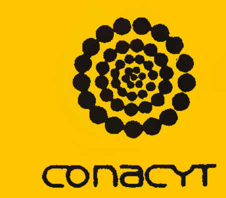
ISSN 0187-7151



ACTA BOTANICA MEXICANA

núm. 31 Junio 1995

Instituto de Ecología A.C.



Acta Botánica Mexicana (1995), 31:1-17

FLORA Y VEGETACION ACUATICAS DEL LAGO DE CUITZEO, MICHOACAN, MEXICO

JOSE ROJAS MORENO
Y
ALEJANDRO NOVELO RETANA

Departamento de Botánica, Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado Postal 70-233
04510 México, D.F.

RESUMEN

En este trabajo se describen la flora y la vegetación acuáticas del Lago de Cuitzeo. La considerable extensión del lago, su poca profundidad y el gran número de manantiales, determinaron una alta diversidad de hábitats propicios para el desarrollo de diversas formas de vida de plantas acuáticas y subacuáticas. El Lago de Cuitzeo tiene una riqueza florística sorprendentemente alta, representada por 40 familias, 70 géneros y 92 especies, de estas últimas 25 fueron acuáticas estrictas, 30 subacuáticas y el resto consiste de plantas tolerantes. Las hidrófitas preponderantes son las enraizadas emergentes dominadas por *Typha*, *Scirpus*, *Cyperus*, *Eleocharis* y *Phragmites*. De las enraizadas sumergidas, *Potamogeton pectinatus* es el elemento que cubre más de la mitad de la parte oriental del lago, asociado a una alga del género *Chara*. El largo período de sequía, la alta evaporación y la concentración de sales en el agua y en el sedimento, son algunos de los factores que limitan el crecimiento de la vegetación acuática en casi todo el lago, especialmente en la parte occidental y en el centro. De seguir la progresiva pérdida en la captación de agua, se pone en peligro el futuro del lago y la flora y fauna que lo habitan.

ABSTRACT

The flora and the aquatic vegetation of lake Cuitzeo are described. The wide extension of the lake, its shallowness and its numerous springs, determine a great diversity of habitats which allow the development of different aquatic and subaquatic life forms. There is an amazing floristic richness represented by 40 families, 70 genera and 92 species, of which 25 are strictly aquatic, 30 subaquatic and the remaining, tolerant species. The dominating communities are the attached emergent hydrophytes, represented by the genera *Typha*, *Scirpus*, *Cyperus*, *Eleocharis* and *Phragmites*. The attached submerged hydrophyte *Potamogeton pectinatus* covers more than half of the eastern part of the lake. It was found associated to an alga (*Chara canescens*). The long drought period, high evaporation and high mineral concentration in the water and sediment, are some of the limiting factors of the growth of aquatic vegetation in almost the whole lake, especially in the western and central parts. The progressive loss of water provision endangers the future of the lake and of its biota.

INTRODUCCION

El trabajo se realizó en una región poco estudiada, con escaso conocimiento de la flora y la vegetación acuática.

El interés en las plantas acuáticas pareciera radicar tan sólo en los daños que ocasionan a la economía al producir graves problemas en los sistemas acuáticos y favorecer la reproducción de organismos dañinos que ocasionan problemas sanitarios. Sin embargo, su importancia real debe juzgarse a partir del conocimiento de su función ecológica como productores primarios en las cadenas tróficas, oxigenadores del agua, formadores y estabilizadores del sedimento y “bombas” de reciclaje de nutrientes, entre otros (Mitchell, 1974; Novelo y Lot, 1989).

Las características particulares de los cuerpos lénticos presuponen diferencias estructurales y funcionales en la vegetación, acordes con las necesidades que les impone una vida acuática. Estos cambios permiten la adaptación de las plantas al agua de muy diversas maneras, expresados en las diferentes formas de vida que adquieren las hidrófitas (Hutchinson, 1975; Sculthorpe, 1967).

En su hábitat natural las plantas acuáticas se encuentran formando asociaciones vegetales en el margen e interior de los lagos. Estas asociaciones se corresponden con zonas de colonización concéntricas relacionadas íntimamente con el nivel del agua y la topografía del medio léntico; una zona litoral, caracterizada por vegetación emergente; una segunda zona más profunda y con asociaciones de hidrófitas de hojas flotantes; y finalmente la zona más interna del lago habitada por plantas totalmente sumergidas. Las libremente flotadoras, dado que carecen de fijación al sustrato, se pueden localizar en cualquier parte del lago, según la dirección de las corrientes y los vientos. Sucede también que las diferentes formas de vida coexisten y algunas hasta crean las condiciones favorables para el establecimiento de otras en el proceso de evolución natural del cuerpo lacustre hacia tierra firme (Lot y Novelo, 1978; Sculthorpe, 1967).

Los ambientes lénticos son transitorios. Conforme los sedimentos y restos orgánicos se acumulan en el medio acuático, el nivel del agua baja y cada zona de vegetación se mueve hacia el centro, convirtiendo las partes marginales en terrenos cenagosos. Posteriormente el vaso lacustre se transforma en tierra firme y el lago desaparece. El proceso puede llevar desde unas cuantas décadas hasta muchos miles de años dependiendo de la masa de agua, el clima, la velocidad de sedimentación, la profundidad, y otros factores (Arrignon, 1979).

Lo transitorio de estos ecosistemas, la utilización indiscriminada de sus recursos y el abuso en el aporte de materiales de desecho, han provocado alteraciones irreversibles que tienden a reducir y a suprimir los hábitats naturales de las plantas acuáticas. El presente trabajo se llevó a cabo dada la necesidad urgente de estudiar la dinámica de las comunidades y de contribuir al conocimiento de la flora acuática, especialmente de los grandes lagos del país, a fin de plantear proyectos científicos de preservación, manejo y utilización de recursos.

Pocas son las investigaciones que se han hecho sobre el Lago de Cuitzeo. Su nombre se asocia más a trabajos geográficos descriptivos, y sólo ocasionalmente a trabajos formales de investigación. En las relaciones geográficas del siglo XVI y XVIII Del Paso y Troncoso (1945 y 1958) se refiere al lago como un cuerpo de agua salada con abundante hierba en sus riberas y de dimensiones y profundidad variables según la época del año. Humboldt (1941) destaca las aguas del lago como cargadas de muriato de sosa y a los manantiales termales como cuerpos con ácido muriático. Otros trabajos más completos son los de Corona (1946), en donde se describen aspectos sociales y naturales de Cuitzeo así como la superficie del lago, su escasa profundidad, la elevada pérdida de agua por

evaporación, además de mencionar algunas plantas acuáticas y halófitas del mismo. Más recientemente, Cortés et al. (1980) cuantifican los factores físicos y químicos del agua del lago en relación a la productividad pesquera y describen sus principales características morfométricas. Gurza (1988) menciona la construcción de un gasoducto en el fondo del lago en el año de 1983, mismo que probó su funcionamiento cuando se drenó más de la mitad de las aguas del lago.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Lago de Cuitzeo se localiza a 34 km al norte de Morelia, Michoacán, entre los paralelos 19°53'15" y 20°04'30" de latitud norte y los meridianos 100°50'20" y 101°19'30" de longitud oeste, a una altura de 1820 m.s.n.m. (Fig. 1). Aunque el grueso de su extensión pertenece al estado de Michoacán, la fracción noreste forma parte de Guanajuato. Se encuentra dentro del Sistema Volcánico Transversal, conformando la parte más baja de una cuenca endorréica, producto de fenómenos tectónicos y volcánicos, sucedidos en el Plioceno. En sus alrededores inmediatos prevalecen rocas ígneas del Terciario y Cuaternario (Tamayo, 1962); dominan los suelos de tipo vertisol y feozem, así como los solonchak en zonas inundables (Anónimo, 1979). El clima varía de templado subhúmedo a seco, el menos seco de los secos (García, 1981). El Lago de Cuitzeo se ubica en la parte norte de la cuenca, su área de captación es de 3,700 km^2, siendo sus principales afluentes el río Grande de Morelia y el Queréndaro, desembocando ambos en la parte sureste del lago (Anónimo, 1973). Es el lago de mayor extensión del estado, con una área estimada por Cortés et al. (1980) en 420 km^2 y según Vera-Herrera (ver Ramos, 1991) en 280 km^2. En el siglo XVIII Del Paso y Troncoso (1945) le asignó 78 km de longitud, 11 a 22 km de ancho y 2.5 m de profundidad. A fines de los años 70's se le atribuían medidas máximas de 51.3 km de largo, 12.3 de ancho y 1.15 m de profundidad promedio (Cortés et al., 1980).

Más recientemente, por las observaciones que hemos realizado durante tres años (1986 a 1988), encontramos la desecación casi permanente de más de dos terceras partes de la superficie del lago y una profundidad que apenas alcanzó un metro.

METODOLOGIA

Se realizaron visitas periódicas de abril de 1986 a abril de 1987 y en noviembre de 1987 y 1988 con la finalidad de colectar material botánico en el interior del lago y a lo largo del borde. Los ejemplares procesados se depositaron en el Herbario Nacional (MEXU). En las agrupaciones vegetales encontradas, las áreas que ocupaban (largo y ancho), se tomaron registros de la altura de las plantas y la profundidad del agua. Se tomaron además datos *in situ* de transparencia, pH y conductividad.

La elaboración del mapa de distribución, la descripción y los perfiles de la vegetación se realizaron con base en la fisonomía de las agrupaciones vegetales encontradas principalmente en la época de mayor desarrollo (julio a noviembre) y considerando el esquema de clasificación de Sculthorpe (1967) modificado por Dalton & Novelo (1983).

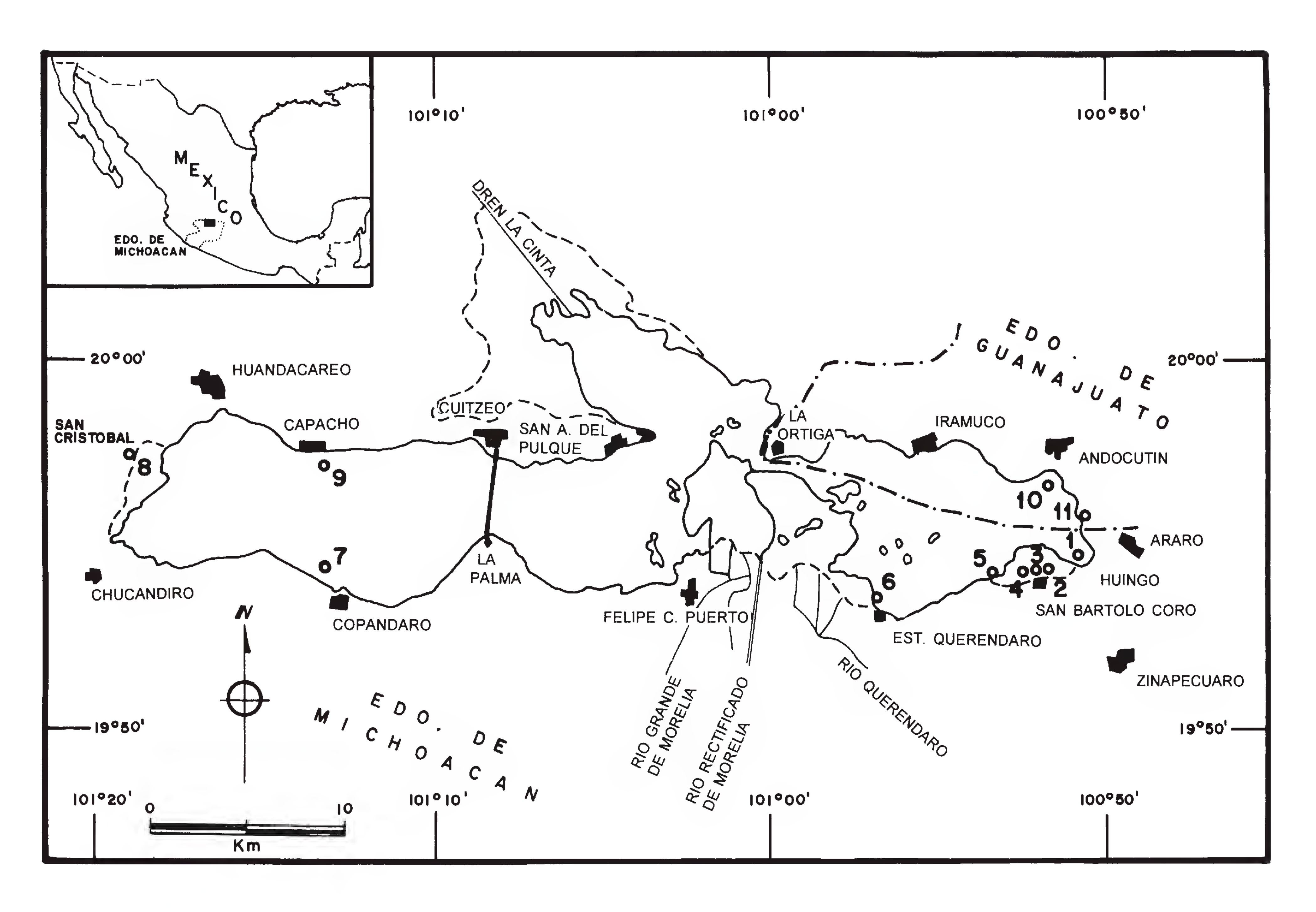


Fig. 1. Mapa de localización geográfica del Lago de Cuitzeo y ubicación de las zonas de muestreo (en números arábigos).

RESULTADOS

Vegetación

La temporalidad de muchas de las formas de vida de las hidrófitas, así como las diferentes etapas sucesionales de la vegetación propias de la evolución natural de la cuenca lacustre, son algunos de los elementos que conducen a cambios estructurales en la vegetación acuática, incluso en pequeños periodos de tiempo, reduciendo la validez de la descripción de estas comunidades vegetales para lapsos mayores.

En el mapa de la Fig. 2 se observan tres zonas de vegetación con características distintivas. **1.-** La zona este-sureste, con una capa de agua permanente durante todo el año y con las comunidades de hidrófitas más sobresalientes tanto en diversidad como en extensión. Es tal la riqueza florística de esta área, que contiene 11 familias acuáticas estrictas de las 12 encontradas en todo el lago, según el listado de angiospermas acuáticas de Lot et al. (1986). Además de su diversidad y extensión, la permanencia de sus comunidades a través de todo el año hace de esta franja la región biológicamente más importante (Figs. 2 y 3). **2.-** La zona que comprende el norte, sur y oeste, donde los períodos marcados de sequía, y la falta de columna de agua hasta por ocho meses, impiden el desarrollo de comunidades de hidrófitas. La vegetación acuática se presenta fundamentalmente en forma de individuos aislados, restringidos a los manantiales que ahí existen o bien a las áreas que éstos inundan. El borde del lago es totalmente invadido por la vegetación halófila durante la época de secas (Fig. 4). **3.-** La zona anegada por las aguas del manantial San Cristóbal, en el extremo oeste; es un área de poca extensión y relativa riqueza florística, presenta 5 familias acuáticas estrictas del total de 12, pero sus comunidades vegetales (a excepción del “tular”) son de poca extensión y no llegan a formar agrupaciones puras (Fig. 2).

Hidrófitas enraizadas emergentes

Son plantas arraigadas al sustrato, pero con hojas y órganos reproductivos aéreos; conforman varias comunidades, entre las cuales la mejor representada en el lago es la denominada “tular” que se distribuye preferentemente en la región oriental y el extremo occidental, y de manera muy dispersa en zonas del sur y del norte. Sus elementos principales son *Typha domingensis*, *Scirpus validus*, *S. americanus*, *S. californicus*, *Phragmites australis* y *Eleocharis* spp., con un gran número de plantas acompañantes de distintas formas de vida.

Estas especies del tular se encuentran en forma pura o mezclada. La dominante más común, *T. domingensis*, se desarrolla desde el borde hasta profundidades superiores a un metro, cubriendo vastas extensiones de más de 1 km de largo en el margen sureste. Cabe destacar la existencia de franjas al noroeste y este en San Cristóbal, donde el tular está formado por comunidades exclusivas de *T. domingensis*.

Dentro del tular, frecuentemente se observan manchones puros de diversas dimensiones de *P. australis*, que destacan por la forma y el color amarillo de sus órganos reproductivos y por sus grandes tallos que superan a los de *Typha*. En observaciones de enero de 1986 a noviembre de 1988, se encontró un paulatino desplazamiento de las

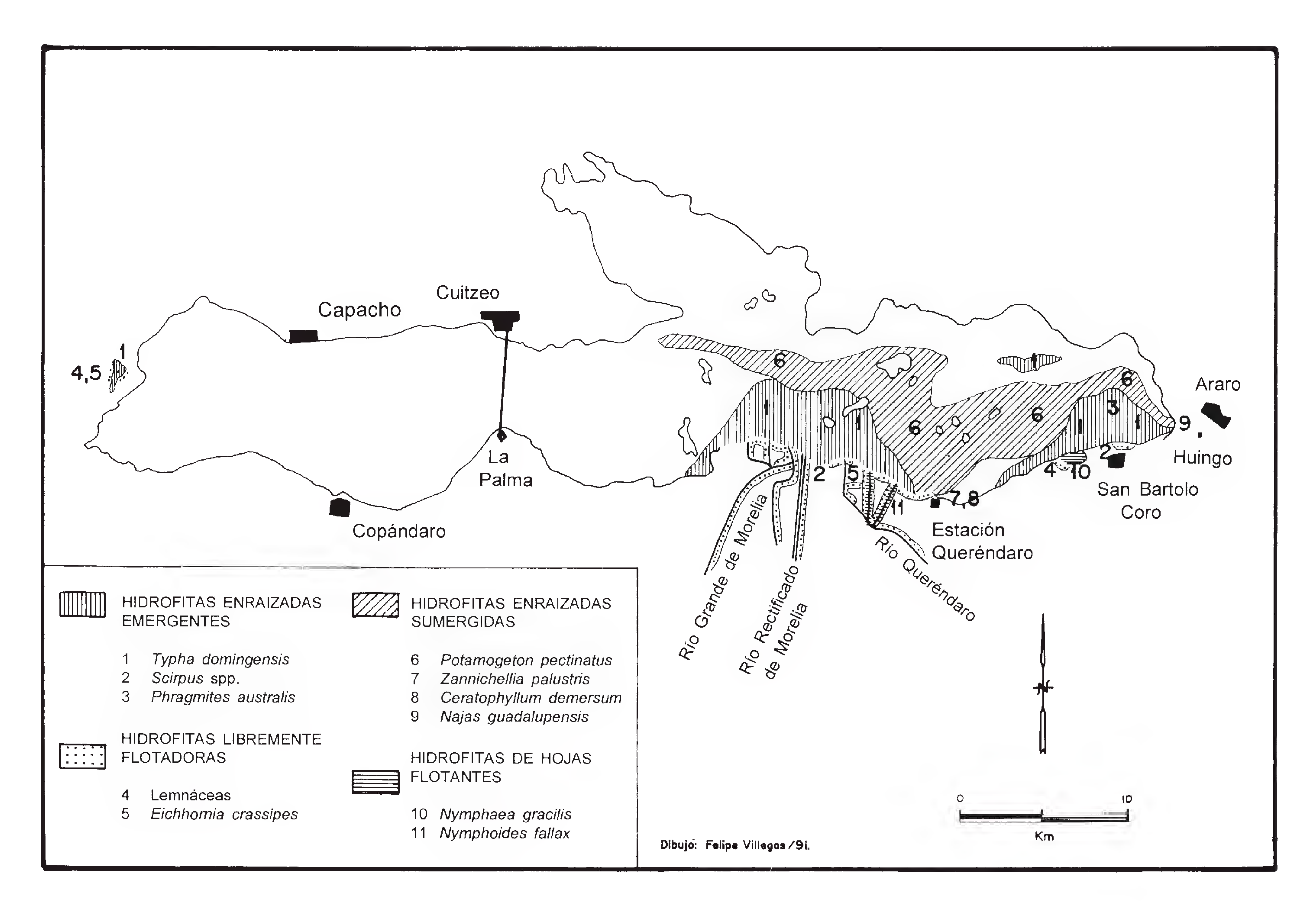


Fig. 2. Mapa de distribución de las asociaciones más importantes de plantas vasculares acuáticas del Lago de Cuitzeo.

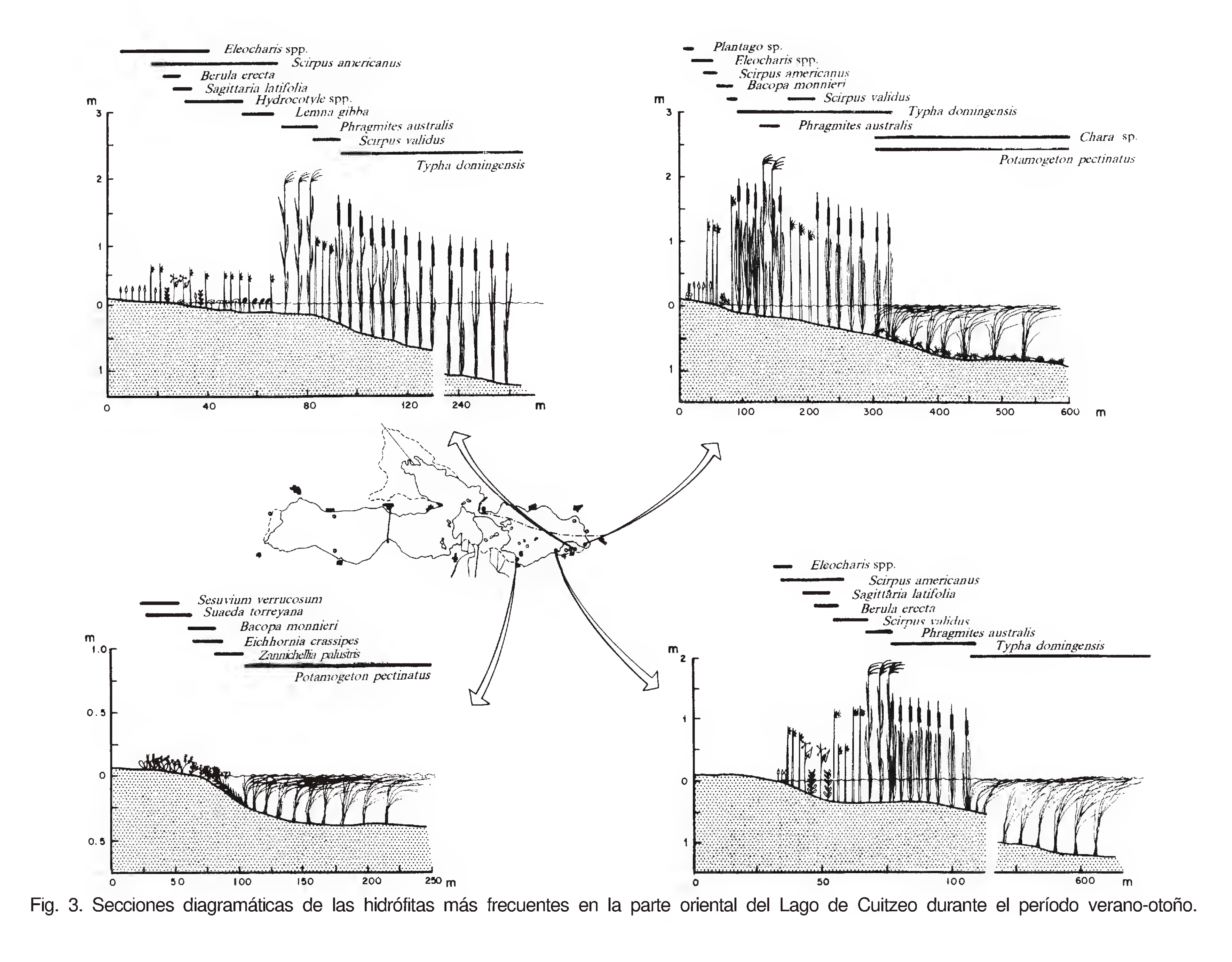


Fig. 3. Secciones diagramáticas de las hidrófitas más frecuentes en la parte oriental del Lago de Cuitzeo durante el período verano-otoño.

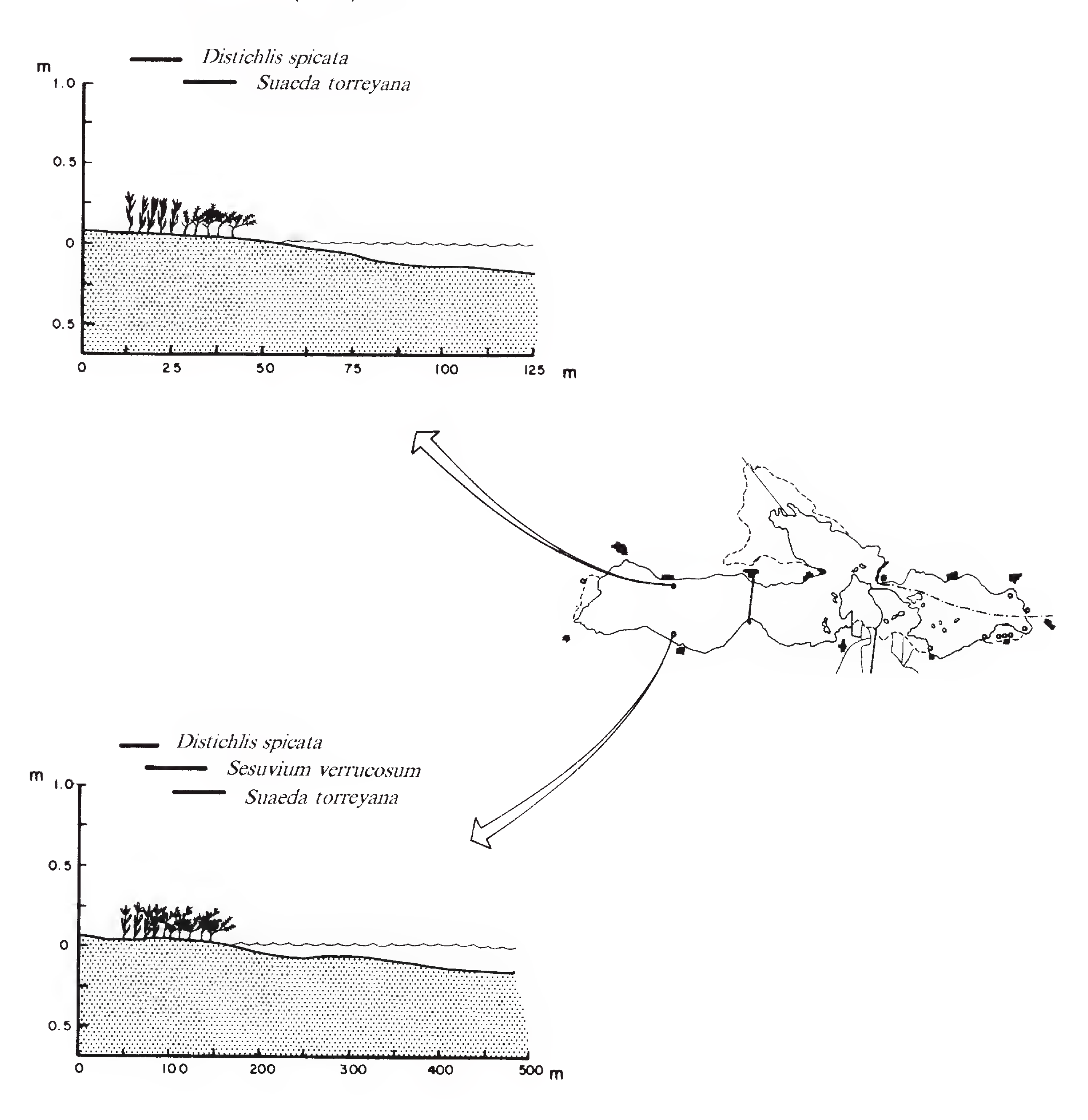


Fig. 4. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en la parte occidental del Lago de Cuitzeo durante el período verano-otoño.

especies dominantes por *P. australis*, *S. americanus* y *Eleocharis* spp., que van ocupando los lugares en los que *T. domingensis* y *S. validus* habían sido podados, principalmente en las zonas más perturbadas del sureste.

Colindando con el tular, en la región de San Bartolo Coro, existen grandes llanuras inundadas ocupadas por la vegetación acuática, en donde prevalecen las ciperáceas como elementos dominantes, principalmente: *S. americanus*, *Eleocharis rostellata*, *Cyperus*

digitatus, *C. niger* y *C. laevigatus*. Destacan asimismo un gran número de especies asociadas que forman manchones pequeños y medianos o se presentan como individuos dispersos que no llegan a constituir agrupaciones importantes, algunas de las cuales son: *Sagittaria latifolia*, *Arenaria bourgaei*, *Polygonum hydropiperoides*, *P. punctatum*, *Ranunculus dichotomus*, *Solanum americanum*, *Amaranthus hybridus*, *Echinochloa crus-pavonis, Ludwigia peploides*, *Bacopa monnieri*, *Mimulus glabratus*, *Lilaeopsis schaffneriana*, *Bidens laevis*, *Eclipta prostrata*, *Berula erecta*, *Eleocharis montevidensis*, *Hydrocotyle verticillata* e *H. ranunculoides*, por citar algunos. Cabe mencionar que este último, *H. ranunculoides*, es un elemento dominante en la zona litoral, en áreas de aguas someras protegidas y en suelos saturados; se destaca por su amplia distribución y abundancia en casi todo el lago, con excepción de la parte oeste.

En las zonas del norte, sur y oeste, en donde el lago permanece seco por varios meses, hay individuos dispersos de *Scirpus validus*, *Potamogeton pectinatus* y en menor cantidad de *Typha domingensis*; desplazados localmente por una amplia cubierta de vegetación halófila capaz de soportar las condiciones ambientales extremas ahí existentes. La vegetación halófila está ampliamente distribuida en aquellas zonas con altos contenidos de sales y con largos periodos de sequía, con especies como: *Distichlis spicata*, *Sesuvium verrucosum*, *Atriplex muricata*, *Suaeda torreyana* y *Chenopodium murale*, algunas de las cuales están documentadas en la Estación Queréndaro, al sureste del lago.

La vegetación acuática en estas regiones (del norte y oeste) está circunscrita a las pequeñas áreas inundadas por los manantiales que ahí existen. Dentro de estas zonas encontramos a *Scirpus americanus* como elemento dominante y a *Berula erecta*, *Bacopa monnieri*, *Triglochin mexicanum* e *Hydrocotyle ranunculoides* como acompañantes.

Hidrófitas enraizadas sumergidas

Esta forma de vida incluye a las especies con las hojas enteramente sumergidas y los órganos reproductivos aéreos, flotantes o sumergidos. Se encontró representada por sólo cuatro especies: *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, *Najas guadalupensis* y *Ceratophyllum demersum*, aunque esta última está fija al sustrato por medio de los verticilos foliares inferiores y no presenta raíces que la mantengan anclada.

La especie dominante de este grupo es *P. pectinatus*, la cual cubre más de la mitad de la región oriental del lago, encontrándose desde las partes más someras del litoral, entre los espacios abiertos del tular, hasta las zonas más profundas e internas del lago. Cabe destacar que en Huingo *P. pectinatus* se presenta asociado con el alga *Chara canescens*, que es tan abundante, que en el invierno llega a ser la especie dominante sobre el sedimento del lago.

En la misma zona, en Araró, se localiza a *N. guadalupensis* en un estrecho canal de aguas tranquilas y estancadas en donde existe como elemento único de la vegetación acuática.

En el sector litoral del sureste, frente a la Estación Queréndaro, se encuentra a *Z. palustris* asociada hacia la parte más profunda con *P. pectinatus* y *C. demersum*; esta última más abundante en la desembocadura del río Queréndaro y ocasional en un manantial de San Agustín del Pulque (en la zona norte) y en el manantial Los Baños, en Coro.

Hidrófitas libremente flotadoras

Es la vegetación que no está fija al sustrato y se mantiene flotando sobre la superficie del agua. En el Lago de Cuitzeo presenta escasos componentes de distribución limitada. Dentro de esta forma de vida destaca la familia de las lemnáceas con cuatro especies: *Lemna aequinoctialis*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza* y *Wolffiella lingulata*. Todas ellas forman agrupaciones puras de distribución restringida a partes someras y protegidas entre el tular y a aguas estancadas de los canales y charcas de Coro y Huingo. Sólo *L. gibba* se localiza también en áreas relativamente profundas pero tranquilas del manantial San Cristóbal asociada a otra libre flotadora, *Pistia stratiotes*. Esta última está creciendo asimismo en un manantial sin nombre cerca de Coro.

En los bordes del lago cercanos a la desembocadura de los ríos Grande de Morelia y Queréndaro, *Eichhornia crassipes* forma manchones puros ampliamente distribuidos en una extensa zona inundada paralela al margen del lago o bien río adentro. En los suelos inundados de esta misma región, *E. crassipes* se encuentra como el elemento dominante de una asociación junto con *Heteranthera reniformis* y *Azolla mexicana* (una pteridófita libre flotadora). Otras especies presentes son: *Lilaeopsis schaffneriana*, *Bacopa monnieri* y *Berula erecta* de las enraizadas emergentes; *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus* y *Ceratophyllum demersum* de las enraizadas sumergidas, y *Marsilea mollis* de hojas flotantes.

En este sector en el margen del lago, se forma una amplia zona susceptible de inundación con un elevado número de halófitas.

Hidrófitas de hojas flotantes

Son hidrófitas enraizadas al suelo, con sus hojas flotando sobre la superficie del agua y sus órganos reproductivos flotantes o emergentes. Se colectaron únicamente en la parte sureste del lago y su número es escaso. En esta región se encuentra a *Nymphaea gracilis*, *Nymphoides fallax* y *Marsilea mollis*, como las únicas macrófitas acuáticas colectadas de esta forma de vida.

N. gracilis se localiza principalmente cerca de San Bartolo Coro, en canales de agua estancada y zonas inundadas de agua somera, en profundidades de 30 a 60 cm. Está comúnmente asociada a otras hidrófitas de diferentes formas de vida. Dentro del lago se asocia a *Scirpus americanus*, *S. validus*, *S. californicus*, *Typha domingensis* y *Potamogeton pectinatus*, por lo general en condiciones "precarias" y no llega a florecer.

La otra hidrófita, *Nymphoides fallax*, se encuentra en canales con corriente moderada, originados por las rectificaciones y derivaciones de los ríos Grande de Morelia y Queréndaro, en profundidades de 1 m o más. Está asociada a otras hidrófitas como *Eichhornia crassipes*, *Berula erecta* y *Ludwigia peploides*.

Cabe mencionar la existencia en la Estación Queréndaro de *Marsilia mollis*, una pteridófita acuática con hojas flotantes que se encuentra en aguas someras cercanas a los bordes del lago coexistiendo con *E. crassipes*, *Lilaeopsis schaffneriana*, *Berula erecta* y *Azolla mexicana*.

Flora

La gran extensión y variedad de condiciones ambientales del lago (*v. gr.* poca profundidad, presencia de manantiales, columna de agua variable y tipos distintos de sedimentos y rocas), originan una gran diversidad de hábitats que da como resultante una vasta riqueza florística compuesta por 40 familias, 70 géneros y 92 especies de plantas acuáticas y tolerantes; número superior al de otros cuerpos lénticos hasta ahora conocidos de nuestro país, como son el Lago de Pátzcuaro (Lot y Novelo, 1988), el sistema de chinampas en Xochimilco (Novelo y Gallegos, 1988), la laguna de Yuriria (Ramos y Novelo, 1993), el Lago de Chapala (Borges et al., 1984) y los lagos cráter de Puebla (Ramírez-García y Novelo, 1984), los cuales son mucho más profundos y/o menos salinos.

Las familias mejor representadas son Gramineae, con nueve géneros y trece especies; Cyperaceae con cuatro géneros y trece especies; y Compositae con ocho géneros y ocho especies (Cuadro 1). Sin embargo, la mayor parte de estos taxa son tolerantes al medio acuoso, siendo escasos los elementos hidrófilos estrictos. Las familias con especies acuáticas y subacuáticas mejor representadas son: Lemnaceae, con tres géneros y cuatro especies; Umbelliferae y Scrophulariaceae con tres géneros y tres especies cada una; Pontederiaceae con dos géneros y cuatro especies; y Ranunculaceae con dos géneros y dos especies.

Las herbáceas destacan como la forma biológica dominante; se encontró sólo un elemento arbóreo del género *Salix*. Las enraizadas emergentes son las hidrófitas preponderantes de la flora del lago con 42 especies (acuáticas y subacuáticas), seguidas por las libres flotadoras con 7 especies, las hidrófitas sumergidas con 5 especies y, finalmente, las hidrófitas de hojas flotantes con 3 especies (considerando las pteridófitas acuáticas *Azolla* como libre flotadora y *Marsilia* como de hojas flotantes; y *Chara*, una alga verde, como sumergida).

Cuadro 1. Listado florístico.

ALISMATACEAE
- *Sagittaria latifolia* Willd. (A-1)

AMARANTHACEAE
- *Amaranthus hybridus* L. (T)

ARACEAE
- *Pistia stratiotes* L. (A-3)

AIZOACEAE
- *Sesuvium verrucosum* Raf. (T)

AZOLLACEAE
- *Azolla mexicana* Presl (A)

BORAGINACEAE
- *Heliotropium curassavicum* L. var. *curassavicum* (T)

SIMBOLOGIA

A. Acuática; S. Subacuática; T. Tolerante; 1. Hidrófita enraizada emergente; 2. Hidrófita enraizada sumergida; 3. Hidrófita libremente flotadora; 4. Hidrófita de hojas flotantes

Cuadro 1. Continuación

CAPPARIDACEAE
Cleome multicaulis Moc. & Sessé ex DC. (T)
CARYOPHYLLACEAE
Arenaria bourgaei Hemsl. (S)
CERATOPHYLLACEAE
Ceratophyllum demersum L. (A-2)
CHARACEAE
Chara canescens Desv. & Lois in Lois (A)
CHENOPODIACEAE
Atriplex muricata H. & B. (T)
Chenopodium murale L. (T)
Suaeda torreyana Wats. (T)
COMMELINACEAE
Tripogandra purpurascens (Schauer) Handlos (T)
COMPOSITAE
Ambrosia cumanensis HBK. (T)
Bidens laevis (L.) B.S.P. (T)
Eclipta prostrata L. (S-1)
Flaveria trinervia (Spreng.) C. Mohr. (T)
Jaegeria bellidiflora (Moc. & Sessé) Torres & Beaman (S-1)
Sanvitalia procumbens Lam. (T)´
Senecio sp. (T)
Spilanthes oppositifolia (Lam.) D'Arcy (S-1)
CRUCIFERAE
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek (A-1)
CYPERACEAE
Cyperus digitatus Roxb. (S-1)
C. imbricatus Retzius (S-1)
C. laevigatus L. (S-1)
C. niger R. & P. (T)
C. reflexus Vahl (T)
Eleocharis densa Benth. (S-1)
E. montevidensis Kunth (S a T)
E. rostellata Torrey (T)
Fimbristylis argillicola Kral (T)
Scirpus americanus Pers. (A a S)
S. californicus (C. Meyer) Steud. (A a S)
S. robustus Pursh (A a S)
S. validus Vahl (A a S)
EUPHORBIACEAE
Chamaesyce sp. (T)
GRAMINEAE
Chloris virgata Swartz (T)
Distichlis spicata L. (T)
Echinochloa colonum (L.) Link (S a T)
E. crus-galli (L.) Beauv. (S a T)
E. crus-pavonis HBK. (S a T)
E. polystachya (HBK.) Hitchc. (S-1)

Cuadro 1. Continuación

Leersia hexandra Swartz (A-1)
Leptochloa domingensis (Jacq.) Trin. (T)
Panicum sucosum Hitchc. & Chase (S-1)
Phragmites australis (Cav.) Trin. & Steud. (A a S)
Polypogon monspeliensis (L.) Desf. (T)
P. interruptus (HBK.) Hitchc. (T)
Sporobolus aff. *junceus* (Michx.) Kunth (T)
S. poiretii (Roem. & Schult.) Hitchc. (T)

HYDROCHARITACEAE
Hydromystria laevigata (Willd.) Hunziker (A-1 a veces 3)

JUNCACEAE
Juncus arcticus Willd. var. *andicola* (Hook.) Balslev (S)
J. arcticus Willd. var. *montanus* (Engelm.) Balslev (S)

JUNCAGINACEAE
Triglochin mexicanum Kunth (A-1)

LEGUMINOSAE
Indigofera sp. (T)
Trifolium ortegae Greene (T)

LEMNACEAE
Lemna aequinoctialis Welw. (A-3)
L. gibba L. (A-3)
Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid. (A-3)
Wolffiella lingulata (Hegelm.) Hegelm. (A-3)

LYTHRACEAE
Cuphea sp. (T)

MARSILEACEAE
Marsilea mollis Robinson & Fernald (A)

MENYANTHACEAE
Nymphoides fallax Ornduff (A-4)

NAJADACEAE
Najas guadalupensis (Sprengel) Magnus var. *guadalupensis* (A-2)

NYMPHAEACEAE
Nymphaea gracilis Zucc. (A-4)

ONAGRACEAE
Ludwigia peploides (HBK.) Raven (A-1)
Oenothera sp. (T)

ORCHIDACEAE
Spiranthes graminea Lindl. (S)

PLANTAGINACEAE
Plantago aff. *lanceolata* L. (T)
Plantago major L. (T)

POLYGONACEAE
Polygonum hydropiperoides Michx. (A a S)
P. punctatum Ell. (A a S)

PONTEDERIACEAE
Eichhornia crassipes (C. Martius) Solms-Laub. (A-3)
Heteranthera limosa (Sw.) Willd. (A-1)
H. peduncularis Benth. (A-1)
H. reniformis R. & P. (A-1)

Cuadro 1. Continuación

POTAMOGETONACEAE
- *Potamogeton pectinatus* L. (A-2)

RANUNCULACEAE
- *Ranunculus cymbalaria* Pursh (A-1)
- *R. dichotomus* Moc. & Sessé (S-1)

SALICACEAE
- *Salix* aff. *bonplandiana* HBK. (T)

SCROPHULARIACEAE
- *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. (S-1)
- *Escobedia laevis* Schl. & Cham. (S-1)
- *Mimulus glabratus* HBK. (S-1)

SOLANACEAE
- *Physalis chenopodiifolia* Lam. (T)
- *Solanum americanum* Mill. (T)

TYPHACEAE
- *Typha domingensis* Presl (A-1)

UMBELLIFERAE
- *Berula erecta* (Huds.) Coville (S-1)
- *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (S-1 a veces 4)
- *H. verticillata* Thunb. var. *triradiata* (Rich.) Fern. (S-1)
- *Lilaeopsis schaffneriana* (Schl.) Coult. & Rose (A a S)

ZANNICHELLIACEAE
- *Zannichellia palustris* L. (A-2)

Uso y manejo de los recursos acuáticos vegetales

Una de las actividades tradicionales en el sur del lago es la recolección de algunas plantas acuáticas. Especies de los géneros *Typha*, *Scirpus* y en menor grado *Cyperus*, denominados localmente como "tules", se utilizan en la elaboración de enseres domésticos, trabajo artesanal o con fines ornamentales. Otra hidrófita de grandes tallas llamada "carrizo" (*Phragmites australis*), se emplea en la construcción de barandas, puertas, cañas de pescar, en el acabado de muebles o a manera de postes para sostener las pequeñas redes dentro del agua; en el margen sureste se aprovecha además como "cerca viva" que delimita los predios cercanos al lago. Las plantas acuáticas y subacuáticas de menor talla como *Amaranthus hybridus*, *Eichhornia crassipes*, *Cyperus* spp., *Eleocharis* spp., *Scirpus americanus*, y otras ciperáceas y gramíneas son empleadas como forraje, principalmente en el sureste del lago y en el manantial San Cristóbal. Algunas halófitas como *Sesuvium*, *Suaeda* y *Chenopodium* del margen suroeste y sureste, son utilizadas también con este fin. Según algunos pescadores, los tubérculos de *Nymphaea gracilis* son comestibles, con un sabor parecido al de la papa, incluso su preparación es similar. Su consumo, sin embargo, ha decaido a causa de la escasez de la especie. *Berula erecta* es otra planta comestible, la cual puede preparase en ensaladas o bien en cocción e infusión por sus propiedades terapéuticas contra padecimientos estomacales y enfermedades del riñón. Finalmente, el denominado "berro" (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) también es comúnmente comestible.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La sequía que afecta preponderantemente a la parte central y occidental del lago, con la consiguiente ausencia de una columna de agua durante gran parte del año, parece ser la causa principal que limita la distribución y el desarrollo de la vegetación acuática o subacuática en más de la mitad de la superficie del mismo.

Los aportes constantes de agua dulce que recibe el lago en su parte sur-sureste favorecen la relativa dilución de las sales y la presencia de una capa de agua permanente; condiciones que posibilitan el desarrollo en esta región de numerosas comunidades vegetales acuáticas y subacuáticas.

Las plantas acuáticas que tienen una amplia tolerancia a diversos factores ambientales (que coinciden con aquellas de amplia distribución mundial), son las que se establecen y desarrollan en el Lago de Cuitzeo bajo condiciones ecológicas de alta salinidad y perturbación (*v. gr. Typha*, *Potamogeton*, *Lemna*, *Chara*, *Polygonum* spp., *Plantago* spp., así como algunas gramíneas, ciperáceas y compuestas).

Debido a la enorme extensión y a la diversidad de microhábitats que presenta el lago, su riqueza florística es superior entre dos y cinco veces a la de otros ambientes lénticos de México hasta ahora conocidos.

Las formas de vida más ampliamente distribuidas, numérica y espacialmente, son las hidrófitas enraizadas emergentes, remarcando el estado avanzado en la hidroserie del lago y su eutroficación.

En las zonas con altas concentraciones de sales, las plantas acuáticas "halofíticas" (en las zonas inundadas) y las halófitas tolerantes, ocupan o cubren grandes áreas en el borde del lago.

En la mayoría de los manantiales, la presencia o ausencia de la vegetación acuática está altamente influenciada por la actividad humana que en ellos se realiza, ya que en muchos es removida la vegetación para poder bañarse, lavar ropa y trastes y por los desechos que en ellos se vierten, entre los que destacan restos orgánicos de comida, detergentes, cloro, etc.

Los crecientes asentamientos humanos en torno al lago, la desforestación de los bosques cercanos y el aumento de la demanda de recursos (particularmente del agua) de las grandes ciudades como Morelia o de los distritos de riego de la zona, han acelerado de manera inusitada el desbalance hidrológico de la cuenca, que se pone de manifiesto en la considerable disminución de la descarga de agua que recibe el lago, principalmente del río Grande. Como consecuencia de lo anterior, es notable la pérdida en la profundidad y en la extensión que se inunda, paralela a la supresión de los habitats y de las comunidades acuáticas que en ellos habitan.

La progresiva pérdida en la captación de agua del vaso receptor, produce la desaparición de grandes áreas inundadas, por lo que se puede concluir que el futuro del Lago de Cuitzeo y de la riqueza biótica que lo habita, dependerá en principio, de un oportuno y adecuado suministro de agua de buena calidad.

Las políticas de protección, encaminadas a la conservación íntegra del ecosistema parecen ser poco viables y prácticas, debido al estado de envejecimiento y perturbación tan avanzados que guardan grandes regiones del lago. Sin embargo, se podrían tomar medidas que ayudaran a la conservación de las zonas menos perturbadas y de las de interés económico y botánico, retardando en alguna medida su desaparición. En este sentido se

propone una cuidadosa selección de las áreas objeto de protección, procurando que abarquen el mayor número de agrupaciones vegetales presentes en el lago; así como la necesidad urgente de realizar estudios básicos sobre su dinámica, a fin de plantear el óptimo aprovechamiento y conservación de sus recursos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Dr. Antonio Lot Helgueras del Instituto de Biología, por el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización del trabajo y al Sr. Felipe Villegas por la elaboración de los dibujos. El presente trabajo se realizó bajo el patrocinio del CONACyT a través del convenio PCCNCNA-050443.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1973. Boletín Hidrológico no. 50. Región hidrológica no. 12 (Parcial T. I). Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 80 pp.

Anónimo. 1979. Cartas edáficas escala 1:50,000. Cuitzeo, Zinapécuaro y Moroleón. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México, D.F.

Arrignon, J. 1979. Ecología y piscicultura de aguas dulces. Mundi-Prensa. Madrid. 365 pp.

Borges A., M. Gómez, S. Gutiérrez, A. Hinojosa y A. Villarreal. 1984. Macrófitas acuáticas del Lago de Chapala, Jalisco. Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F. 83 pp.

Corona, J. 1946. Cuitzeo: estudio antropogeográfico. Acta Antropol. Sociedad de Alumnos de la Escuela Nacional de Antropología e Historía. México, D.F. 69 pp.

Cortés A., R. Mendivil, R. Cuevas y C. García. 1980. Algunos aspectos físicos y químicos y consideraciones sobre la pesca en el Lago de Cuitzeo, Mich. (Estudio trimestral 1976-1977). In: Memorias del segundo simposio latinoamericano de acuacultura. Departamento de Pesca. México, D.F. Tomo III. pp. 1979-2020.

Dalton, P. y A. Novelo. 1983. Aquatic and wetland plants of Arnold Arboretum. Arnoldia 43(2): 7-44.

Del Paso y Troncoso, F. 1945. Relaciones geográficas del siglo XVIII. Biblioteca Aportaciones Históricas. Ed. Vargas Rea. México, D.F. pp. 143-162.

Del Paso y Troncoso, F. 1958. Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán 1579-1580. Colección Siglo XVI. Guadalajara, Jalisco. pp. 44-61.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217 pp.

Gurza, T. 1988. Amenaza la contaminación la pesca en el Lago de Cuitzeo: Diario La Jornada, 28 de octubre, México D.F.

Humboldt, A. 1941. Ensayo político sobre el reino de la Nueva España. Vol. 2. Ed. Pedro Robledo. México, D.F. 460 pp.

Hutchinson G., E. 1975. A treatise on limnology. Vol. III. Limnology botany. John Wiley & Sons. Nueva York. 460 pp.

Lot, A. y A. Novelo. 1988. Vegetación y flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Southw. Natur. 33(2): 167-175.

Lot, A. y A. Novelo. 1978. Laguna de Tecocomulco, Hgo. Guías botánicas de excursiones de México. Sociedad Botánica de México A.C. México, D.F. 19 pp.

Lot, A., A. Novelo, y P. Ramírez-García. 1986. Listados florísticos de México. Angiospermas acuáticas mexicanas 1. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 60 pp.

Mitchell S., D. 1974. Aquatic vegetation and its use and control. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Paris. 135 pp.

Novelo, A. y A. Lot. 1989. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales. In: Memorias del simposio internacional sobre la ecología y conservación del delta de los ríos Grijalva y Usumacinta. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa. pp.: 5-14.

Novelo, A. y E. Gallegos. 1988. Estudio de la flora y la vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas del sureste del Valle de México. Biótica 13(1-2): 121-139.

Ramírez-García, P. y A. Novelo. 1984. La vegetación acuática vascular de seis lagos cráter del estado de Puebla. Bol. Soc. Bot. Mex. 46: 75-88.

Ramos, J. y A. Novelo 1993. Vegetación y flora acuáticas de la laguna de Yuriria, Guanajuato, México. Acta Bot. Mex. 25: 61-79.

Sculthorpe C., D. 1967. The biology of aquatic plants. Edward Arnold Ltd. Londres. 610 pp.

Tamayo J., L. 1962. Geografía general de México. Vols. 1 y 2. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México D.F.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:19-32

PATRONES DE DISTRIBUCION FICOFLORISTICA EN EL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTE, QUINTANA ROO, MEXICO[1]

LIGIA COLLADO-VIDES
JORGE GONZALEZ-GONZALEZ

Lab. de Ficología, Facultad de Ciencias
U.N.A.M., A.P. 70-620
04510 México, D.F., México

Y

EXEQUIEL EZCURRA

Lab. de Ecología de Comunidades
Centro de Ecología, U.N.A.M., A.P. 70-275
04510 México, D.F., México

RESUMEN

Se hizo un estudio sobre las algas y su distribución en el Sistema Lagunar de Nichupté (SLN). El SLN es una laguna costera, ubicada en el estado de Quintana Roo, en las costas del Mar Caribe. Tiene aguas prácticamente marinas, sedimentos arenosos cubiertos por manchones de pastos y las orillas presentan crecimientos de manglares.

Se encontraron 77 especies distribuidas en las siguientes divisiones: 33 en Chlorophyta, 37 en Rhodophyta, 3 en Phaeophyta y 4 en Cyanophyta. Se observó una diferencia florística significativa entre las muestras de algas recolectadas en los bajos arenosos y las de raíces de manglares. Las diferencias principales en la composición ficoflorística se encuentran asociadas al substrato, profundidad y salinidad.

ABSTRACT

A study on the algal distribution in the Nichupte Lagoon System (NLS) was done. The NLS is a coastal lagoon in the state of Quintana Roo, in the coast of the Caribbean Sea. It has mostly marine water. The sandy sediments are covered with patches of seagrasses and the borders present mangrove growths.

A total of 77 species was found, distributed in the following divisions: 33 in Chlorophyta, 37 in Rhodophyta, 3 in Phaeophyta and 4 in Cyanophyta. A significant floristic difference was found between the samples collected in the sandy places and those on the roots of mangroves. The main differences in floristic composition were associated with substratum, depth and salinity.

[1] Para la realización del trabajo se contó con el apoyo económico de la DGAPA-UNAM, por medio del programa de apoyo a los estudiantes de doctorado otorgado a Ligia Collado-Vides en el año 1990.

INTRODUCCION

Las lagunas costeras tropicales, sistemas complejos de transición entre el continente y el océano, han recibido poca atención desde el punto de vista ficoflorístico, a pesar de la importancia de las algas en los litorales del trópico. Los trabajos ficológicos realizados en lagunas costeras y estuarios tienen diversos enfoques. Por ejemplo, los que abordan el estudio de algas asociadas a las raíces de manglares (Sánchez, 1963; Oliveira, 1984; King, 1990; Suárez, 1989; Jiménez, 1990; Rodríguez y Stoner, 1990; West et al., 1992), los hechos en estuarios en los que se analiza la distribución de la flora en relación con algunos gradientes ambientales, en particular de salinidad (Zechman y Mathieson, 1985; Mathieson y Penniman, 1986), o bien los realizados en lagunas con ciertas características estuarinas como las de Curaçao (Van den Hoek et al., 1972), en las que se observa la ficoflora asociada a los pastos y en relación a un gradiente de salinidad.

El Sistema Lagunar de Nichupté (SLN) está ubicado en el estado de Quintana Roo en su litoral correspondiente al Mar Caribe. Es un sistema costero compuesto por siete cuerpos de agua (Laguna de Bojórquez, Cuenca Norte, Cuenca Central, Cuenca Sur, Río Inglés, Laguna de Somosaya y Laguneta del Mediterranée). Tiene aguas prácticamente marinas, de sedimentos arenosos cubiertos por manchones de pastos y las orillas por crecimientos de manglares. El SLN es uno de los atractivos importantes del corredor turístico Tulúm-Cancún y se encuentra sujeto a todas las presiones ambientales propias del desarrollo urbano y las ocasionadas por el uso de este cuerpo de agua para diversas actividades recreativas.

El primer trabajo prospectivo finalizado en esta zona (Jordán et al., 1978), incluye un inventario de algas marinas; posteriormente se realizaron estudios sobre las algas de la Laguna de Bojórquez, la cual pertenece al SLN. Serviere-Zaragoza (1986) describió las especies encontradas en dicha laguna y Collado-Vides (1989) estudió las algas filamentosas flotantes. Recientemente Serviere-Zaragoza et al. (1992) analizaron la forma en que se agrupa la ficoflora de la Laguna de Bojórquez en relación con la profundidad y la presencia de pastos.

Con base en los trabajos anteriores en la zona, así como en virtud de la inminente alteración que el SLN sufre por el desarrollo turístico de Cancún (Merino y Gallegos, 1986), se decidió extender el estudio de las algas a todo Nichupté. En esta contribución se hace un reconocimiento general de la ficoflora presente, se enumeran las algas encontradas en el SLN y se analiza la distribución espacial de las mismas en relación con los parámetros de profundidad, tipo de substrato y variables hidrológicas (oxígeno disuelto, pH, temperatura y salinidad).

AREA DE ESTUDIO

El SLN se encuentra localizado al noreste de la península de Yucatán a los 21°06' N y 86°47' O (Fig. 1). El sistema está separado del mar por una barrera conocida como tómbolo arenoso; se comunica por dos canales dragados para facilitar la navegación: el canal Cancún al norte y el canal Nizuc al sur. Nichupté tiene aproximadamente 12 km de ancho por 21 km de largo. La profundidad en general es somera, desde bajos de 10 a 30 cm hasta las zonas centrales de las cuencas de 1 a 2 m y canales de hasta 4 m.

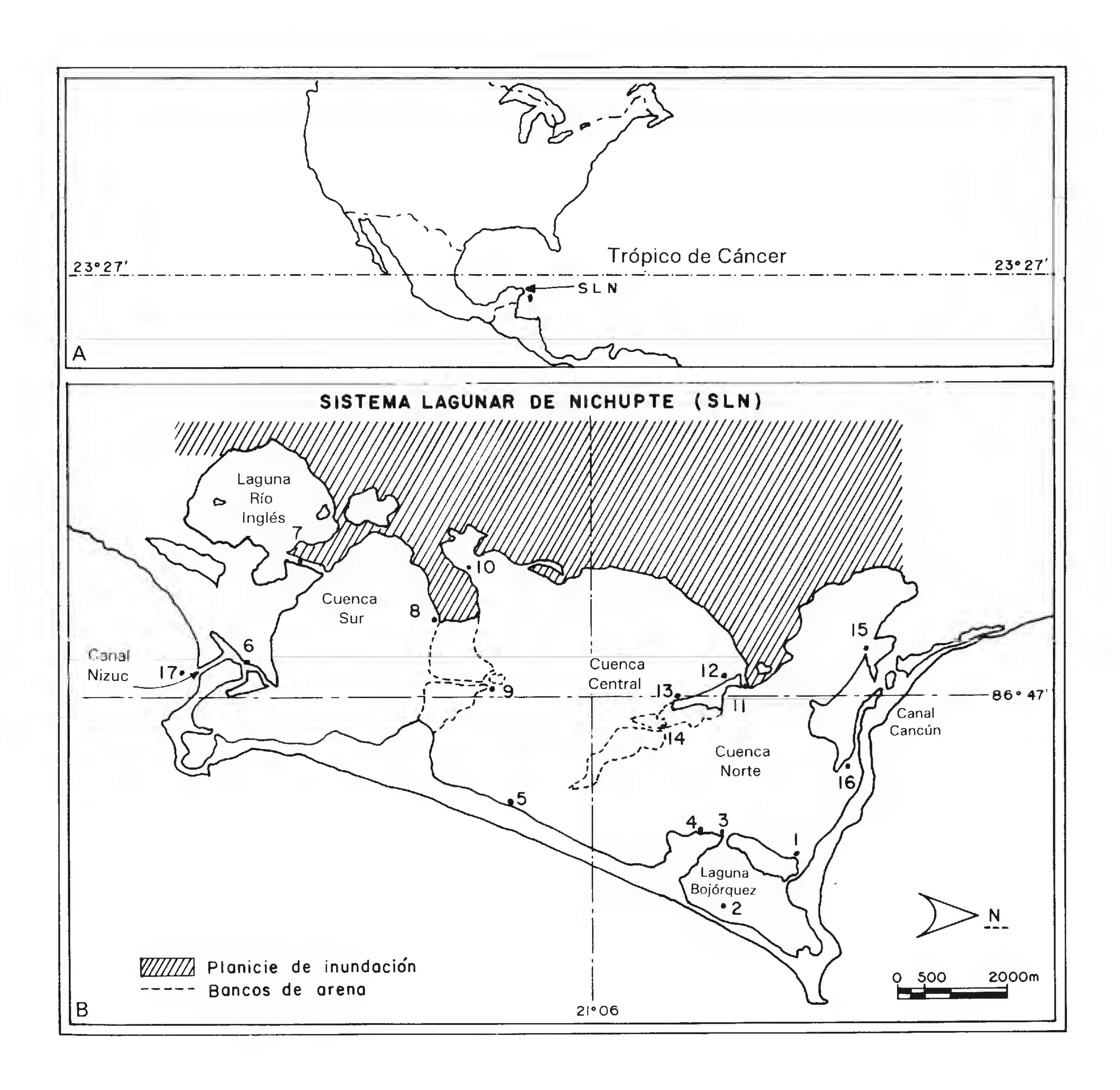


Fig. 1. Mapa de la zona de estudio y localización de las estaciones de recolecta, marcadas de 1 a 17.

El agua en la mayor parte del SLN es transparente y de origen marino. La zona este recibe aportes dulceacuícolas subterráneos resultado de la captura de agua de lluvia en la planicie de inundación adyacente, por lo que se pueden encontrar ciertas áreas salobres, sin embargo, su influencia no alcanza a modificar la salinidad global de Nichupté, por lo que su efecto es local (Merino et al., 1988).

Las mareas son de tipo mixto, diurnas, con una amplitud de 0.2 m. Los canales de Nizuc y Cancún reducen la amplitud de marea de la región a 0.03 m dentro del SLN (García-Krasovsky, 1985). Jordán et al. (1978) y Merino et al. (1988) describen un gradiente de salinidad y temperatura E-O como una tendencia general en Nichupté; la zona este, con variación estacional en la salinidad y la oeste prácticamente marina. Hay tres períodos climáticos principales: de secas de febrero a mayo, de lluvias de verano de junio a septiembre y de lluvias de invierno ("nortes") de octubre a enero.

Los vientos, la evaporación y las lluvias son los factores que más afectan la hidrología del SLN (Merino et al., 1988).

La transparencia en el SLN depende de los vientos dominantes y del tipo de sedimento, por ejemplo, en zonas arenosas ésta rara vez se pierde ya que los vientos dominantes no logran movilizar los sedimentos hacia la columna de agua; en comparación, en las zonas fangosas con poca fuerza de viento se logra movilizar el sedimento y enturbiar el agua.

La vegetación que se encuentra en Nichupté consiste de pastos marinos, como *Thalassia testudinum* König y *Halodule* sp., manglar de *Rhizophora mangle* L., y algas que crecen como epífitas de los primeros y como bentónicas en otros substratos.

MATERIAL Y METODOS

En el mes de abril de 1991 se llevó a cabo el trabajo de recolecta de algas bentónicas, tanto macroscópicas como microscópicas epífitas de las primeras, y la medición de factores ambientales, tales como la profundidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio (X) y error estándard (e.s.), para las variables ambientales registradas durante la colecta realizada.

	GLOBALES		BAJOS		MANGLES	
Variables	X	e.s.	X	e.s.	X	e.s.
Profundidad (m)	0.65	0.33	0.58	0.3	0.76	0.33
Temperatura (°C)	27.88	1.29	28.25	1.38	25.34	7.37
pH	8.11	0.43	8.31	0.29	7.42	2.2
Salinidad (‰)	30.78	2.03	31.31	2.46	27.84	8.0
Oxígeno (ml/l)	5.63	0.98	5.63	0.9	5.63	1.82

Con base en el análisis de las principales diferencias mencionadas para Nichupté, se seleccionaron 17 puntos de trabajo, con lo que se pretendió cubrir al máximo la

heterogeneidad ambiental. En cada estación se tomaron de una a 5 muestras dependiendo de los distintos tipos de substrato encontrados (fondo arenoso y raíz de mangle).

Se obtuvo un total de 29 muestras en las 17 estaciones. En el cuadro 2 se presenta el número de muestras por estación y se especifica cuantas corresponden a cada ambiente. Por ejemplo, en la estación 6 se recolectaron 5 muestras, una en bajo arenoso y 4 en manglar, quedando representado el conjunto como B/4M.

Cuadro 2. Número de muestras colectadas y ambiente en las 17 estaciones, B=bajo, M=manglar.

ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
MUESTRAS	1	1	2	2	2	5	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1
AMBIENTE	B	B	B/M	B	B	B/4M	M	M	B	M	B/M	M	2B/M	B	M	B	B

La recolecta de algas se realizó manualmente y en ocasiones con ayuda de espátula. El material se conservó en agua de mar con formaldehido a 4% (Littler y Littler, 1985), fue determinado a nivel de especie y se encuentra depositado en el herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (FACME). Para la identificación se utilizaron las obras de Taylor (1960), Schnetter (1978), Kapraun et al. (1983), Van den Hoek (1982), Hillis-Colinvaux (1980) y Littler y Littler (1990). Los cambios nomenclaturales se hicieron siguiendo a Wynne (1986).

La matriz de presencia-ausencia (29 muestras x 78 entidades de algas) se sometió a un análisis de componentes principales (ACP). A través de esta técnica se logra reducir la dimensionalidad del problema a un número de vectores, los cuales pueden ser sometidos a posteriores pruebas estadísticas y, por otro lado, permite detectar patrones o tendencias de asociación en las muestras. Se usó la forma de doble centrado de Gower (1966) sobre datos no estandarizados, para observar la formación de grupos.

Con base en las evaluaciones realizadas por Ezcurra (1984) y Ezcurra et al. (1988), se descartó la utilización de otras técnicas de análisis, como el de varianza multivariado.

Con los resultados se elaboró una gráfica para las especies y otra para las muestras utilizando los ejes que reunieron la mayor variación. Se describieron las tendencias de los datos. Se muestran las dos gráficas en una misma figura o "biplot" (Ter Braak, 1983). Se hizo un análisis de varianza a los ejes del ACP para poner a prueba la hipótesis de existencia de dos grupos ficoflorísticos. Por otro lado, se aplicó un análisis de regresión múltiple sobre los ejes 1 y 2 de los ACP y las variables ambientales para evaluar la relación entre la variación florística y las condiciones ambientales. Se registraron las correlaciones parciales de los factores más significativos.

RESULTADOS

Se encontraron 77 especies distribuidas en las siguientes divisiones: 33 en Chlorophyta, 37 en Rhodophyta, 3 en Phaeophyta y 4 en Cyanophyta. El cuadro 3 muestra que de las 77 especies enlistadas 37 son registros nuevos para el SLN, 35 se han men-

cionado para la Laguna de Bojórquez del mismo SLN por Serviere-Zaragoza (1986), Collado-Vides (1989) y Serviere-Zaragoza et al. (1992), y 5 han sido citadas para el SLN por Jordán et al. (1978).

Cuadro 3. En la primera columna se integra la lista florística total. La segunda (R) hace referencia a los registros anteriores (B=Bojórquez, SLN=Sistema Lagunar de Nichupté), las fuentes para Bojórquez son: Serviere-Zaragoza (1986), Collado-Vides (1989) y Serviere-Zaragoza et al. (1992), para el SLN la fuente es Jordán et al. (1978). La tercera columna (AB) señala el ambiente en el que se recolectó la especie (B=bajo, M=manglar y B/M=en ambos ambientes). La última (ACP) indica el ambiente en el que ubica el análisis de componentes principales de las especies de algas (*=que se presenta en zona de mezcla, B=característica de zona de bajos y M=característica de zona de manglares).

Especies		R	AB	ACP
DIVISION CYANOPHYTA				
1	*Calothrix crustacea* Schousboe & Thuret	B	B	*/B
2	*Microcoleus lyngbyaceus* (Kuetzing) Crouan	SLN	B/M	*/B
3	*Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont		M	*
4	*Schizothrix mexicana* Gomont	B	M	*
DIVISION CHLOROPHYTA				
5	*Acetabularia* cf. *farlowii* Solms-Laubach	B	M	*
6	*Acetabularia crenulata* Lamouroux		B/M	B
7	*Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh	B	M	*
8	*Avrainvillea longicaulis* (Kuetzing) Murray & Boodle	B	B	*
9	*Avrainvillea nigricans* Decaisne	B	B/M	*
10	*Batophora oerstedii* J. Agardh	SLN	B/M	B
11	*Boodleopsis pusilla* (Collins) Taylor, Joly & Bernatowicz	B	B	*
12	*Caulerpa fastigiata* Montagne	B	B/M	*
13	*Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux		B	*
14	*Caulerpa sertulariodes* (S.G. Gmelin) Howe		B/M	*
15	*Caulerpa verticillata* J. Agardh	B	B/M	M
16	*Chaetomorpha linum* (O.F. Muller) Kuetzing	B	B/M	*
17	*Cladophora conferta* Crouan frat. ex Schramm & Mazé		B	*
18	*Cladophora crystallina* (Roth) Kuetzing		M	*
19	*Cladophora delicatula* Montagne		M	M
20	*Cladophora expansa* (Mert. ex Jurgens) Kuetzing		M	*
21	*Cladophora howei* Collins		M	*
22	*Cladophora montagneana* Kuetzing		B/M	*
23	*Cladophora pellucidoidea* van den Hoek		M	*
24	*Cladophoropsis macromeres* Taylor	B	B/M	B
25	*Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Boergesen	B	B/M	*
26	*Halimeda incrassata* (Ellis) Lamouroux	B	B/M	B
27	*Halimeda simulans* Howe		B	*
28	*Halimeda tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux		M	*
29	*Penicillus capitatus* Lamarck	SLN	B	B
30	*Penicillus lamourouxii* Decaisne	B	B	B

Cuadro 3. Continuación.

Especies	R	AB	ACP
31 *Rhipocephalus phoenix* (Ellis & Solander) Kuetzing		B	*
32 *Rhizoclonium africanum* Kuetzing	B	B/M	*
33 *Rhizoclonium crassipellitum* W. & G. S. West	B	B	*
34 *Rhizoclonium kerneri* Stockmayer in Taylor	B	B/M	*
35 *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey	B	B/M	*
36 *Udotea flabellum* (Ellis & Solander) Howe		B	*
37 *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret	B	B/M	*
DIATOMEAS			
38 Diatomeas		B/M	*
PHAEOPHYTA			
39 *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux	B	B/M	B
40 *Ectocarpus rhodochortonoides* Boergesen		M	*
41 *Ectocarpus subcorymbosus* Farlow, emend. Holden in Taylor		M	*
RHODOPHYTA			
42 *Acanthophora spicifera* (Vahl) Boergesen	B	B/M	*
43 *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan	B	B/M	*
44 *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) J. Montagne	B	B/M	B
45 *Ceramium brevizonatum* H.E. Petersen v. *caraibicum* H.E. Petersen & Boergesen	B	B/M	M
46 *Ceramium byssoideum* Harvey in Taylor	B	B/M	B
47 *Ceramium codii* (Richards) Mazoyer		B	*
48 *Ceramium fastigiatum* Harvey		B/M	*
49 *Ceramium leptozonatum* Howe		B	*
50 *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey	B	B	*
51 *Chondria baileyana* (Montagne) Harvey		B	*
52 *Chondria collinsiana* Howe		B	*
53 *Chondria littoralis* Harvey	B	B/M	*
54 *Dasya ramosissima* Harvey		B	*
55 *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh		B/M	M
56 *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh		B/M	*
57 *Griffithsia tenuis* C. Agardh in Taylor		B	B
58 *Herposiphonia pecten-veneris* (Harvey) Falkenberg		B	B
59 *Herposiphonia pecten-veneris* (Harvey) Falkenberg v. *laxa* Taylor		B	B
60 *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Falkenberg	B	B	*
61 *Hypnea cervicornis* J. Agardh	B	B/M	*
62 *Jania adhaerens* Lamouroux	B	B/M	B
63 *Laurencia gemmifera* Harvey	SLN	B	B
64 *Laurencia microcladia* Kuetzing	B	B	B
65 *Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville	B	B/M	*
66 *Polysiphonia atlantica* Kapraum & Norris		M	*

Cuadro 3. Continuación.

Especies	R	AB	ACP
67 *Polysiphonia binneyi* Harvey		B/M	B
68 *Polysiphonia eastwoodae* Setchell & Gardner		B	*
69 *Polysiphonia exilis* Harvey		M	*
70 *Polysiphonia flaccidissima* Hollenberg in Taylor		B/M	B
71 *Polysiphonia fracta* Harvey		B/M	*
72 *Polysiphonia gorgoniae* Harvey	B	M	*
73 *Polysiphonia havanensis* Montagne		M	*
74 *Polysiphonia howei* Hollenberg		M	*
75 *Polysiphonia sphaerocarpa* Boergesen		B	*
76 *Polysiphonia subtilissima* Montagne	B	B/M	*
77 *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey	B	B/M	M
78 *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew	SLN	B/M	*

En el cuadro 3 puede observarse que de las 77 especies encontradas, 35 se presentaron tanto en los bajos como en los manglares (B/M), 25 sólo en bajos (B) y 17 sólo en manglares (M). Las diatomeas se presentan como un taxon en conjunto, debido a que no fueron identificadas a un nivel inferior al de división; se hallaron en bajos y manglares (B/M).

Análisis de componentes principales (ACP)

La mayor parte de la variación (57%) en el ACP se expresa por los dos primeros componentes. Dado que la matriz de datos original tiene una dimensión máxima de 28 (29 muestras -1), cualquier eje que explique aproximadamente 4% de la varianza o menos reúne información similar o menor a la que definen las muestras en forma individual. Usando este criterio, se descartaron los ejes superiores al segundo.

En la figura 2a se observa claramente que las muestras se separan en tres zonas, del lado derecho del eje 1 están agrupadas las de los bajos (B), al lado izquierdo las de los manglares (M) y en la parte intermedia hay tanto de bajos como de manglares. Esto sugiere la existencia de dos grandes ambientes ficológicos diferentes, los bajos arenosos y las raíces de manglares, así como la presencia de un continuo ecotonal entre ellos.

El área donde se encuentran muestras con asociaciones de especies de ambos ambientes se designó como zona de mezcla (indicada en la figura 2 por líneas punteadas).

Para evaluar si las desigualdades observadas entre bajos y manglares son suficientes para concluir que existen dos ambientes ficoflorísticamente diferenciados, se aplicó un análisis de varianza utilizando los resultados del ACP (eje 1) y como modelo a probar la variedad de ambientes (1=bajo, 2=mangle). Se concluye que la composición ficoflorística de los ambientes difiere significativamente (F=15.9 y P=0.0005).

En la figura 2b se observa que la mayor parte de las especies se encuentran acumuladas en la zona central de los ejes y no se arreglan según algún gradiente en particular. Se puede, sin embargo, diferenciar dos grupos en relación al eje 1, hacia el lado derecho del mismo se encuentran la mayoría de las especies, y al izquierdo un número menor.

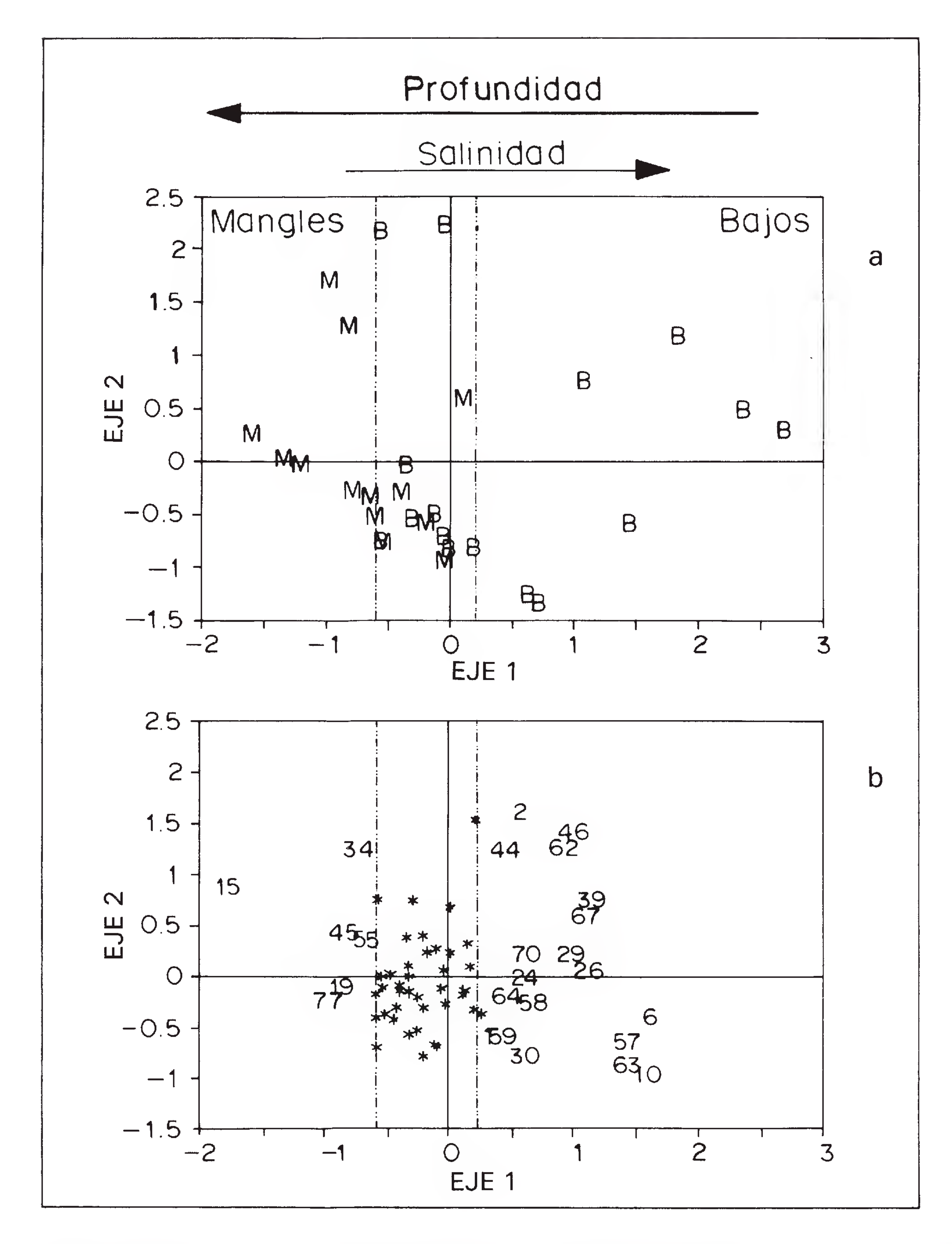


Fig. 2. Gráficas ("Biplot") de los resultados del análisis de componentes principales. Eje 1 en las abscisas y eje 2 en las ordenadas. a) ilustra la organización de las muestras (M=de raíz de manglar, B=de fondos arenosos). Los ambientes están separados por dos líneas verticales localizadas en función de las muestras ubicadas en los extremos (superior para manglares e inferior para bajos) en relación al eje 1. Las flechas indican la relación de la profundidad y la salinidad con los ambientes como resultado de la regresión múltiple. Los valores se encuentran en el cuadro 3. b) ilustra la organización de las especies ubicadas por el número correspondiente. En la zona de mezcla se colocaron * en vez del número para facilitar la visualización de las especies extremas.

Lo anterior significa que hay más especies estrechamente asociadas a los bajos y un número menor ligado a los manglares. Por ejemplo, *Caulerpa verticillata* (15), conspicua en manglares, se encuentra en el extremo izquierdo superior. *Laurencia gemmifera* (64), *Batophora oerstedii* (10), *Acetabularia crenulata* (6), *Penicillus lamourouxii* (30) y *Griffithsia tenuis* (58), especies ubicadas al lado derecho inferior, son evidentes en los bajos.

Para saber si la variación de la flora, reunida en los ejes 1 y 2, tiene relación con algún gradiente ambiental se aplicó un análisis de regresión múltiple.

Las variables ambientales en conjunto exhibieron una relación significativa con el eje 1 (R^2=0.55, F=(5, 22) 5.4, P=0.002) y no significativa con el eje 2. Las variables que mostraron una importancia relativa en dicho análisis, evaluadas según sus correlaciones parciales, fueron la profundidad y la salinidad. La primera presentó una relación inversa con el eje 1 (r=-0.56, F=12.09, P=0.002) y la segunda una relación directa (r=0.48, F=7.87, P=0.009).

DISCUSION

Los géneros de algas encontrados en Nichupté han sido descritos para la región del Caribe con anterioridad (Díaz-Pifferrer, 1969; Littler et al., 1990). En particular, el conjunto de las especies en las raíces de manglar mencionadas por Van den Hoek et al. (1972) para las bahías de Curaçao, por Suárez (1989) y Jiménez (1990) para las costas de Cuba y por Rodríguez y Stoner (1990) para Puerto Rico, es semejante al de la flora que se presenta en el mismo ambiente en el sistema estudiado.

Con respecto a las especies que caracterizan las raíces de manglar fuera de la región caribeña, el SLN contrasta con lo mencionado comúnmente para estos ambientes. Por ejemplo, Sánchez (1963), en las costas mexicanas del Atlántico y Pacífico, Oliveira (1984) en el Atlántico brasileño, King (1990) en las costas de Guinea y West et al. (1992) en el Pacífico mexicano, describen al complejo *Bostrychietum* (compuesto por algas de los géneros *Bostrychia*, *Caloglossa* y *Catenella*) como la combinación de especies universalmente presente en los manglares. Sin embargo en el SLN estas plantas están ausentes.

En las descripciones de los trabajos citados contrasta la transparencia del agua del Caribe con los ambientes predominantemente fangosos de las otras regiones. Esto significa que las características de las zonas del Caribe, y en particular del SLN, no son típicas de lagunas costeras. Son ambientes donde la transparencia del agua y las bajas concentraciones de nutrientes, típicas de las aguas caribeñas, propician distintos crecimientos algales.

Con base en lo anterior podemos decir que la ficoflora del SLN parece estar asociada a la región más que al tipo de condiciones de la laguna costera.

Como resultado de los análisis realizados en la búsqueda de algún patrón de distribución de las algas en el SLN (ACP y pruebas estadísticas), se observa que el substrato constituye un factor determinante y así, es posible decir que en términos ficoflorísticos existen dos ambientes generales que cabe distinguir en el área de estudio: los bajos arenosos y las raíces de mangle; entre éstos existe un continuo ecotonal donde se pueden presentar especies de cada uno de ellos.

Aunque esta división se refiere al hecho de que hay asociaciones de especies semejantes para los diferentes ambientes (bajo, raíz de mangle y mezcla), a nivel de cada

una de ellas, se observa que unas algas crecen exclusivamente sobre arena (como *Penicillus lamourouxii*) y otras en raíces de mangle (como *Caulerpa verticillata*). Por otro lado, existen varias especies a las que el substrato no limita su presencia en alguno de los dos ambientes, como *Rhizoclonium kerneri* o *Acanthophora spicifera*. De hecho 58% de las especies está limitado por el substrato y 42% no lo está.

A partir de ésto surgen varias preguntas sobre la relación entre el substrato y la flora presente. Algunas especies asociadas a los bajos arenosos tienen una morfología que las diferencia de la de las epífitas de los manglares. Entre otras, las estructuras de fijación al substrato en *Penicillus* y *Udotea flabellum*, son sistemas de rizoides que se entierran en la arena, los talos son calcificados, lo que les da cierta rigidez y les permite mantener una posición erecta en la columna de agua y su crecimiento es unitario. Por el contrario, *Caulerpa verticillata* tiene prolongaciones celulares suaves y cortas que le permiten adherirse a la raíz del mangle y su crecimiento es por estolones formando manchones cerrados. Adicionalmente los talos encontrados en las raíces del mangle en general no son calcificados y flotan suavemente en la columna de agua, como por ejemplo *en Spyridia filamentosa* o *Polysiphonia flaccidissima*.

Por otro lado, se observa que existen especies, como *Acanthophora spicifera* o *Cladophora montagneana*, que crecen en ambos tipos de ambientes. La pregunta que surge es ¿qué sucede con las especies cuya morfología no limita su distribución?. Se puede buscar la respuesta a través de estudios sobre relaciones interespecíficas. Por ejemplo, plantas pequeñas como *Ceramium byssoideum*, que se encontraron creciendo sobre *Halimeda tuna,* que les ofrece un buen substrato, no dependen de la presencia de manglar o de arena.

El análisis de la diversidad de especies en cada ambiente general muestra que los bajos presentan un mayor número de especies que las raíces de manglar. Esto se explica por el hecho de que en los bajos varias algas son epífitas de otras con talos erectos y por lo tanto la distribución de las primeras no tendrá relación con el substrato sino con la presencia de la especie hospedera.

A pesar de no haber realizado observaciones sobre posibles depredadores de las algas, es probable que la herbivoría constituya otro factor que participa en la estructuración de las comunidades (Hay, 1981; Lewis, 1986; Lewis et al., 1987), y que tenga un peso importante en la distribución de las algas del SLN.

Los resultados muestran una correlación entre la variación de la flora y la de los factores ambientales medidos; de ellos, la profundidad resultó altamente significativa y en menor grado lo fue la salinidad. La altura de la columna de agua se incrementa hacia la zona de los manglares y disminuye en los bajos arenosos (Fig. 2a). Lo anterior implica que la flora podría ser afectada por diferencias de la incidencia lumínica, la cual se modifica con la profundidad y con la presencia del follaje del mangle. Los bajos se caracterizan por ser someros y estar expuestos totalmente a la luz y las raíces de manglar por ser sombreadas y profundas.

La salinidad aumenta en las zonas de bajos y disminuye en las de manglares dado que éstos se encuentran en la orilla este, donde existe el efecto de aportes dulceacuícolas subterráneos, en tanto que los bajos predominan en la zona oeste, en la cual el agua es prácticamente marina (Cuadro 2).

La escasa relación encontrada entre la distribución de las algas y la de la salinidad se debe a que en la época en que se trabajó ésta no presentó grandes diferencias, como

suele suceder en la temporada de secas (Merino et al., 1988). Estos resultados muestran que en el SLN no existe una distribución ficoflorística asociada al gradiente de salinidad, como lo descrito por Mathieson y Penniman (1986), y Zechman y Mathieson (1985) para estuarios típicos donde dichos gradientes son muy marcados.

Respecto al hecho de que el SLN es una laguna costera sujeta a fuertes presiones ambientales, con los resultados obtenidos no es posible relacionar la distribución de la flora a la cercanía o lejanía de las fuentes de impacto. Las especies se agruparon con relación al substrato y no a la ubicación geográfica o proximidad con la zona hotelera de Cancún. Sin embargo, Collado-Vides y González-González (1993) mencionan que hay un marcado crecimiento de algas filamentosas en la Laguna de Bojórquez y lo asocian a la perturbación que esta laguna está sufriendo. Algunas de tales algas presentan un incremento en su biomasa y se desprenden del substrato original para formar masas flotantes que posteriormente se depositan en los fondos de las lagunas ocasionando cambios en las condiciones naturales del SLN. Esto refleja el impacto que ocasiona el desarrollo turístico de Cancún a nivel ficoflorístico. La presencia de las masas flotantes de algas se observó únicamente en la Laguna de Bojórquez y Laguna Mediterranée, lo cual sugiere que la afectación ambiental fuerte aún no se detecta en el resto del SLN.

CONCLUSIONES

El presente estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre la ficoflora asociada a las raíces de manglar, ambiente antes caracterizado por el complejo *Bostrychietum* (Post, 1936; King y Puttock, 1989).

Este trabajo demuestra que existe un patrón de distribución de la ficoflora en función del substrato (bajos y raíces de manglares). La morfología de varias de las especies muestreadas se correlaciona con su distribución en el SLN.

Sin embargo, hay especies cuya distribución no puede ser explicada en función del substrato; los autores sugerimos que la respuesta al patrón encontrado puede buscarse a través de las relaciones interespecíficas existentes en el SLN.

Del análisis de los factores ambientales se desprende que hay una relación de la distribución de la flora con la profundidad y con la salinidad.

Debido a que el SLN se encuentra bajo los efectos del crecimiento turístico de Cancún, será necesario abordar, además de los estudios ya sugeridos, los aspectos particulares de impacto ambiental. Otros trabajos describen la formación de masas flotantes de algas en los cuerpos de agua más afectados. Los autores sugerimos hacer una investigación que incluya el seguimiento de las algas que forman las masas flotantes. Esto permitirá proponer alternativas para el manejo del SLN.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo deseamos agradecer el apoyo brindado por la Estación Puerto Morelos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, al permitirnos utilizar sus instalaciones para el trabajo de campo.

A la Dra. Elisa Serviere y al Biól. Carlos Candelaria por su ayuda en la recolecta del material. A la Dra. Dení Rodríguez y los revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

Collado-Vides, L. 1989. Estudio ecológico de las algas filamentosas como un grupo funcional de la laguna de Bojórquez, Cancún. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 102 pp.

Collado-Vides, L. y J. González-González. 1993. Macroalgas del Sistema Lagunar de Nichupté. In: Salazar-Vallejo, S. y N. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CIQRO-CONABIO. México, D.F. pp. 752-760.

Díaz-Pifferrer, M. 1969. Distribution of the marine benthic flora of the Caribbean Sea. Caribb. J. Sc. 9: 151-178.

Ezcurra, E. 1984. The vegetation of El Pinacate, Sonora. A quantitative study. Ph. D. thesis. University College of North Wales. Bangor. 117 pp.

Ezcurra, E., R. Felger, A. Russell y M. Equihua. 1988. Freshwater islands in a desert sand sea: The hydrology, flora, and phytogeography of the Gran Desierto oases of Northwestem Mexico. Desert Plants 9: 35-44; 55-63.

García-Krasovsky, R. 1985. Saneamiento ambiental de la Laguna de Bojórquez, y Caleta Cancún, Q. Roo. Informe técnico para Fondo Nacional para el Turismo por parte de Ingeniería del Medio Ambiente, S.A. México, D.F. 200 pp.

Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika 53: 323-338.

Hay, M. 1981. Spatial patterns of grazing intensity on a Caribbean barrier reef: herbivory and algal distribution. Aquatic Botany 11: 97-109.

Hillis-Colinvaux, L. 1980. Ecology and taxonomy of *Halimeda*: primary producer of coral reefs. Adv. Mar. Biol. 17: 1-327.

Jiménez D., C. 1990. Macroalgas y fanerógamas marinas de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. In: Alcolado, P. (ed.). El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. Editorial Academia. La Habana. pp. 14-17.

Jordán E., M. Angot y R. Torre. 1978. Prospección biológica de la Laguna de Nichupté, Cancún, Q. Roo, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 51: 179-188.

Kapraun, D. F., A. J. Lemus y G. Bula-Meyer. 1983. Genus *Polysiphonia* (Rhodophyta, Ceramiales) in the tropical western Atlantic: I. Colombia and Venezuela. Bull. Mar. Sci. 33: 881-898.

King, R. J. 1990. Macroalgae associated with the mangrove vegetation of Papua, New Guinea. Botanica Marina 33: 55-62.

King, R. J. y C. F. Puttock. 1989. Morphology and taxonomy of *Bostrychia* and *Stictosiphonia* (Rhodomelaceae /Rhodophyta). Australian Systematic Botany 21: 1-73.

Lewis, S. M. 1986. The role of herbivorous fishes in the organization of a Caribbean reef community. Ecol. Monogr. 56: 183-200.

Lewis, S. M., J. Norris y R. Searles. 1987. The regulation of morphological plasticity in tropical reef algae by herbivory. Ecology 68: 636-641.

Littler, D. S. y M. M. Littler. 1985. Phycological methods: ecological field methods: macroalgae. Cambridge University Press. Cambridge. 617 pp.

Littler, D. S. y M. M. Littler. 1990. Systematics of *Udotea* species (Bryopsidales, Chlorophyta) in the tropical Western Atlantic. Phycologia 29: 206-252.

Littler, D. S., M. M. Littler, K. Bucher y J. Norris, 1990. Marine plants of the Caribbean. Smithson. Inst. Press. Washington, D.C. 263 pp.

Mathieson, A. C. y C. A. Penniman. 1986. Species composition and seasonality of New England seaweeds along an open coastal-estuarine gradient. Botanica Marina 29: 161-176.
Merino, I. y M. Gallegos. 1986. Evaluación del impacto ambiental generable sobre el Sistema Lagunar Nichupté por el dragado programado para rellenar el Lote 18-A en Cancún, Q. Roo. Informe Técnico para la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 87 pp.
Merino, I., E. Jordán, O. Chávez, P. Thome, O. Moreno y S. Czitrom. 1988. Hydrology and rain flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancún, México. Estuarine, Coastal and Shelf Science 30: 223-237.
Oliveira, E. 1984. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on seaweeds. In: Por, F. D. e I. Dor (eds.). Hydrobiology of Mangal. W. J. Pub. La Haya pp. 55-65.
Post, E. 1936. Systematische und pflanzengeographische Notizen zur *Bostrychia-Caloglossa* Assoziation. Revue Algologique 9: 1-84.
Rodríguez, C. y A. Stoner. 1990. The epiphyte community of mangrove roots in a tropical estuary: distribution and biomass. Aquatic Botany 36: 117-126.
Sánchez, M. E. 1963. Datos relativos a los manglares de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 12: 61-72.
Schnetter, R. 1978. Marine Algen der Karibischen Küsten von Kolumbien II. Chlorophyceae. Ed. Cramer. Berlin. 198 pp.
Serviere-Zaragoza, E. 1986. Estudio prospectivo de la flora ficológica de la laguna de Bojórquez, Cancún. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 256 pp.
Serviere-Zaragoza, E., L. Collado-Vides y J. González-González. 1992. Caracterización ficológica de la Laguna de Bojórquez, Quintana Roo, México. Carib. J. Sci. 28: (3-4): 126-136.
Suárez, A. M. 1989. Algas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* L. en cayos al este de la Isla de la Juventud, Cuba. Revista de Investigaciones Marinas 10 (2): 177-123.
Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. The University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan. 870 pp.
Ter Braak, C. 1983. Principal components biplots and alpha and beta diversity. Ecology 64: 454-462.
Van den Hoek, C. 1982. A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Afd. Natuurk 2e reeks. North-Holland Pub. Amsterdam. 236 pp.
Van den Hoek, C., A. M. Cortel-Breeman y J. B. W. Wanders. 1972. Algal vegetation-types along the shores of inner bays and lagoons of Curaçao, and of the lagoon Lac (Bonaire), Netherlands Antilles, TWEEDE REEKS, DEEL 61 # 2 (publicación especial). Amsterdam. 72 pp.
West, J. A., G. C. Zuccarello, F. F. Pedroche y U. Karsten. 1992. Marine red algae of the mangroves in Pacific Mexico and their polyol content. Botanica Marina 35: 567-572.
Wynne, M. J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Canadian J. Bot. 64: 2239-2281.
Zechman, F. W. y A. C. Mathieson. 1985. The distribution of seaweed propagules in estuarine, coastal and offshore waters of New Hampshire, U.S.A. Botanica Marina 28: 283-294.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:33-38

UNA NUEVA ESPECIE DE *KREODANTHUS* (ORCHIDACEAE-GOODYERINAE) DEL OCCIDENTE DE MEXICO Y EL SALVADOR[1]

ROBERTO GONZALEZ TAMAYO

Instituto de Botánica
Universidad de Guadalajara
Apartado Postal 139
45110 Zapopan, Jalisco, México

RESUMEN

Se propone como especie nueva *Kreodanthus casillasii*. Se presenta un cuadro para compararla con *K. secundus* (Ames) Garay y *K. ovatilabius* (Ames et Correll) Garay, siendo esta última su pariente más cercano.

ABSTRACT

Kreodanthus casillasii is proposed as a new species. A comparative table is presented to distinguish this new species from *K. secundus* (Ames) Garay and *K. ovatilabius* (Ames et Correll) Garay, the last one being its closest relative.

En 1977 Garay publicó su estudio sistemático de la subtribu Physurinae (Goodyerinae) en América, la cual consiste de 7 géneros, con excepción de *Erythrodes*, todos nuevos para la ciencia, y reconocidos tomando en cuenta las diferencias en la estructura de la columna. Tales géneros fueron circunscritos y constituyen unidades homogéneas, bien definidas. Uno de ellos es *Kreodanthus* integrado por 7 especies, incluida la que se describe adelante.

Las plantas de *Kreodanthus* habitan en lugares sombríos, húmedos durante todo el año, en laderas de cañadas y a las orillas de arroyos en bosque mesófilo y bosque de coníferas; las raíces apenas llegan al suelo y el follaje que permanece verde durante la temporada de sequía, empieza a marchitarse cuando el nuevo brote alcanza su tamaño definitivo. Por lo general forman colonias con numerosos individuos, restringidas a una pequeña superficie. Las plantas, cuando no están en floración, parecen cualquier cosa menos orquídeas y pueden fácilmente ser confundidas con alguna especie de otra familia, por ejemplo Commelinaceae.

La especie que se describe como nueva en este trabajo, con el nombre *Kreodanthus casillasii*, coincide en todo con la planta descrita e ilustrada en el Vol. I pág. 288 de Las Orquídeas de El Salvador, determinada erróneamente como *Erythrodes secunda* (Ames)

[1] Trabajo realizado con apoyo de la Universidad de Guadalajara mediante los acuerdos 88/MB/0322.02/0416,89/MB/0059/01/3314 y 90/MB/0569/02/1474.

Ames; en el Vol. III de la misma obra en la pág. 23, F. Hamer señaló que el binomio correcto es *Kreodanthus secundus* (Ames) Garay. Para ambos nombres el basónimo es *Physurus secundus* Ames; sin embargo, consultando la literatura concerniente y el herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología, A. C. (AMO), se vio que *K. secundus* es distinta de la que se propone como nueva, la cual es cercana a *K. ovatilabius* (Ames et Correll) Garay (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferencias morfológicas entre *Kreodanthus casillasii*, *K. secundus* y *K. ovatilabius*.

	K. secundus	*K. casillasii*	*K. ovatilabius*
Inflorescencia	racimo unilateral	racimo cilíndrico o cónico	racimo cilíndrico o cónico
Espolón	de 2.5 mm de largo	de hasta 1.8 mm de largo	de 3 mm de largo
Pubescencia en bráctea floral y ovario	ausente	presente	presente
Columna	de 3.5 mm de largo	de 2.5 a 4 mm de largo	de ± 2.5 mm de largo
Lámina del labelo	engrosada en el centro	engrosada en el centro	delgada
Apice del labelo	crispado	crispado	no crispado
Aurícula en la parte media del margen anterior de los pétalos	ausente	ausente	presente
Pétalos y labelo	crispados	crispados	no crispados

Kreodanthus casillasii, R. González T. sp. nov. Fig. 1.

Herba terrestris, elata, usque ad 59 cm alta, a rhizomate repenti orta; foliis 4-8, ascendentibus, breviter petiolatis et vaginantibus, lamina elliptica vel ovato-lanceolata aut lanceolata, acuta, 2.7-9.8 cm longa, 1.5-4 cm lata. Scapo minute piloso, bracteis acuminatis 4-8, infimis vaginantibus, supremis subamplexicaulibus. Racemo multifloro, cylindraceo, puberulo, 5-13.5 cm longo, 1.7-2.7 cm lato. Floribus numerosis, diffusis, albis, spiraliter dispositis; bracteis inflorescentiae margine et basi piloso-capitatis, usque ad 8 mm longis, 3.5 mm latis. Ovario arcuato, diffuso, haud torto, fusiformi, 7-9 mm longo, 1.5 mm diametiente, pilosuli-puberulo. Sepalis lateralibus leviter ascendentibus et obliquis, sursum attenuatis, oblongo-lanceolatis, apice obtusis, 4-5 mm longis, 1-1.4 mm latis, uninervibus, carinatis. Sepalo postico oblongo-lanceolato, obtuso vel rotundato, 4-4.5 mm longo, 1.2-

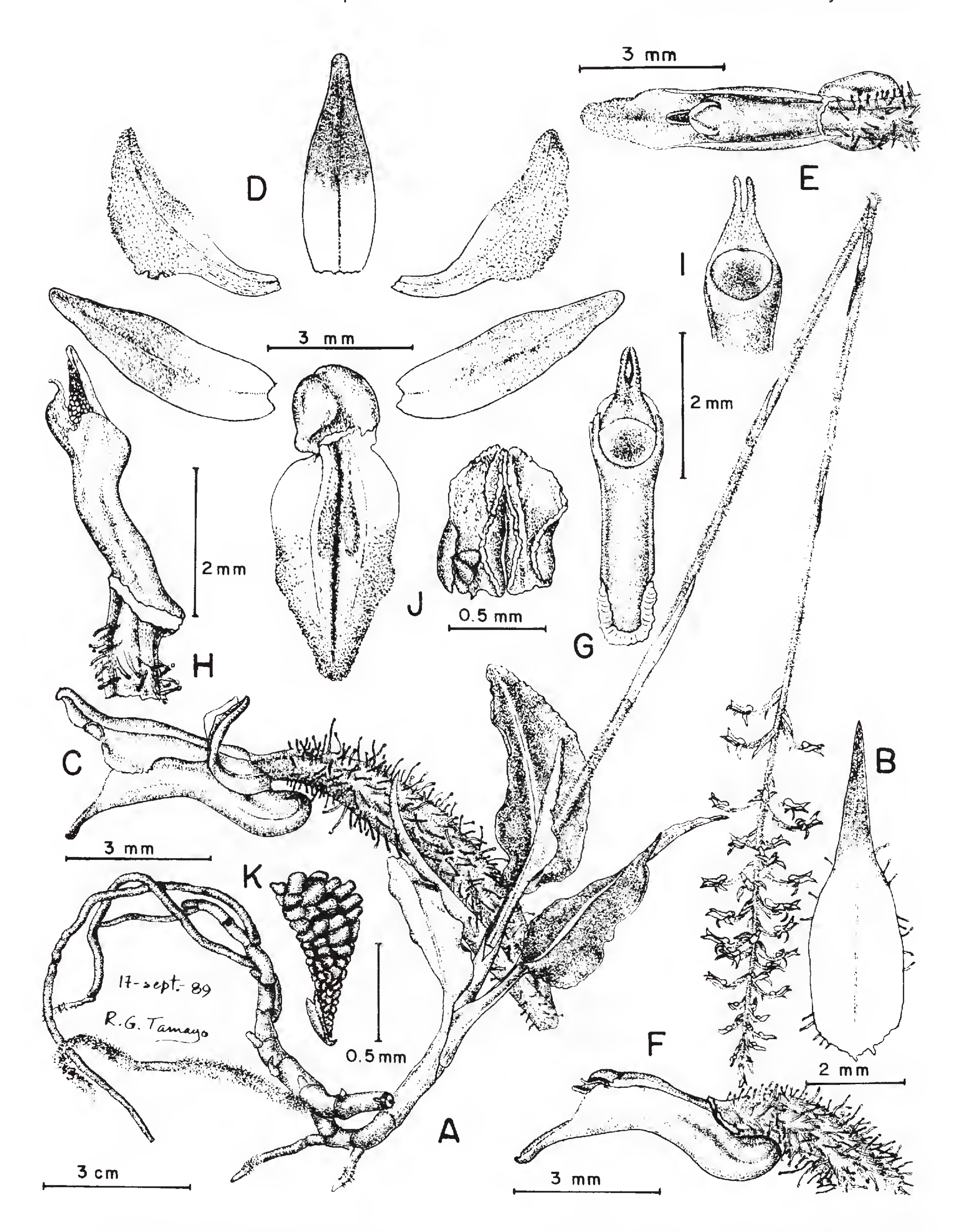


Fig. 1. *Kreodanthus casillasii* R. González T. A. planta; B. bráctea floral; C. flor en vista de perfil; D. análisis floral; E. columna y labelo en vista dorsal; F. columna y labelo en vista lateral; G. columna en vista frontal; H. columna en vista lateral; I. estigma y rostelo sin los polinios en vista frontal; J. antera; K. polinio y viscidio en vista lateral. Ilustración de un ejemplar de la colección tipo.

1.5 mm lato, uninervis, extus glabro. Petalis sepalo postico agglutinatis e cuneata basi oblique semirhombeis, obtusis, supra medium margine et lamina papilloso crispatis, 4-4.5 mm longis, 1.2-1.6 mm latis, uninervibus. Labello erecto, arcuato, canaliculato, integro, in circuito ovato-lanceolato, albo, toto 6-6.5 mm longo, 2.5-2.8 mm lato, marginibus supra medium crispatis, calcare semirotundo, retrorso, obliquo, dorsaliter sulcato, 1.6-1.8 mm longo, 1.3-1.8 diametiente, intus ad basim 10-12 pilis distantibus, arcuatis, crassis, rigidis ornato, disco ad basim leviter incrassato, sulcato; lamina sulcata, apice obtuso, 4.4-4.5 mm longa, 2.5-2.8 mm lata, 3-nervia. Columna erecta paululo arcuata, basi obliqua, oblonga, subcylindracea, sursum leviter incrassata, 2.5-4 mm longa, 1 mm lata facie glabra. Rostello erecto, triangulari, 0.9-1 mm longo, alte bifido, segmentis cylindraceis, minute attenuatis, granulosis. Stigmate leviter concavulo, suborbiculari. Anthera subquadrata, apice reflexo, 0.8 mm longa; marginibus hyalinis, polliniis duis sectilibus, clavatis; viscidio fusiformi.

Planta herbácea terrestre, perenne, erecta, 33-59 cm de alto, excepcionalmente hermosa. Rizoma rastrero, cilíndrico, grueso, plurinudoso, los nudos 3-12 mm de largo, 2 a 6 mm de diámetro, de color verde. Raíces nacen de la base o del ápice de los nudos, pocas, fibrosas, de hasta unos 12 cm de longitud por 1 a 3 mm de diámetro, distantes, de ordinario una por nudo, aunque no todos los nudos las producen, pubescentes en la juventud, al envejecer se vuelven lisas; rizoma 4-15 cm de largo por 1-6 mm de diámetro. Tallo alargado, la porción que produce hojas hasta 22 cm de largo, 8 mm de diámetro. Hojas presentes en número de 4 a 8, originándose en la zona inferior del tallo sin formar roseta, ligeramente coriáceas, ascendentes, la superior más pequeña y casi adpresa, pecioladas; el pecíolo laminar, alado, abajo contraído en un vaina que abraza con fuerza al tallo, 2-10 cm de largo por 0.9 cm de ancho, lámina en la base redondeada o contraída, el ápice en ángulo recto o agudo, elíptica a ovado-lanceolada o lanceolada, 2.7-9.8 cm de largo por 1.5-4 cm de ancho, de color verde intenso con o sin franja plateada a lo largo, brillante, por lo general asimétrica, el margen ondulado. Racimo con muchas flores, cilíndrico, laxo, 5-13.5 cm de largo por 1.7-2.7 cm de diámetro, raquis y escapo densamente pubescentes, el escapo delgado, 1.5-2 mm de diámetro en la base, protegido a largos intervalos por 4-8 brácteas adpresas que hacia arriba se asemejan a las florales, espaciadamente glandular-pubescentes en la porción basal. Flores numerosas horizontales o poco inclinadas, inconspicuas, de corta duración, blancas, dispuestas en espiral de varios rangos. Bráctea floral triangular, atenuada hacia un ápice obtuso, hasta 8 mm de largo por 3.5 mm de ancho en la base, blanco-verdosa, los nervios verdes, glandular-pubescente en el margen y en la mitad proximal de la cara exterior. Ovario arqueado, extendido, torcido en la base, fusiforme, 7-9 mm de largo por 1.5 mm de diámetro en la parte media, blanco hacia la base, el ápice y los 3 nervios de color verde esmeralda, densamente pubescente, los pelos hialinos, capitados. Sépalo dorsal erecto, cóncavo, con los márgenes involutos, blanco volviéndose pardo hacia el ápice, el cual es arqueado, conduplicado, obtuso o redondeado, oblongo-lanceolado, 4-4.5 mm de largo por 1.2-1.5 mm de ancho, carinado, la quilla verde abajo y parda hacia el ápice, con 1 nervio, glabro. Sépalos laterales libres del sépalo dorsal y apenas connatos en la base entre sí, arqueados, ascendentes, oblicuos, extendidos, oblongo-lanceolados, atenuados hacia el ápice, el cual es obtuso, 4-5 mm de largo por 1-1.4 mm de ancho, blancos, la porción apical parda, con 1 nervio, surcado-

carinados, la quilla hacia abajo verde, hacia arriba parda. Pétalos adherentes con el sépalo dorsal, libres del labelo y de los márgenes de la columna, someramente cóncavos, oblicuos, la base cuneada, oblicua, pero no decurrente, semirómbicos, obtusos, 4-4.5 mm de largo por 1.2-1.6 mm de ancho, translúcidos, densamente papilosos en el lado anterior en ambas caras, en el margen posterior sólo cerca del ápice, el margen ondulado, crenulado o irregularmente serrulado. Labelo erecto, arqueado, canaliculado, entero, en contorno general ovado-lanceolado, 6-6.5 mm de largo por 2.5-2.8 mm de ancho, blanco, los márgenes crispados adelante de la mitad, el espolón semiredondo, retrorso, oblicuo, surcado en el dorso, dorsoventralmente un poco aplanado, 1.6-1.8 mm de largo por 1.3-1.8 mm de diámetro, en el interior produce 10-12 pelos distantes, arqueados, engrosados, rígidos; el disco en la porción basal levemente engrosado, surcado; lámina surcada, obtusa, 4.4-4.5 mm de largo por 2.5-2.8 mm de ancho, con 3 nervios de color verde. Columna erecta, poco arqueada, surcada a los lados, gruesamente carinada, algo gibosa en el dorso, en la base prolongada en un pequeño pie arqueado, engrosada en la base del estigma, subcilíndrica, 2.5-4 mm de largo incluyendo el pie y el rostelo y 1 mm de ancho a los lados del estigma, blanca, glabra. Clinandrio profundamente cóncavo, trilobado, los lóbulos laterales truncados, incurvos, subcuadrados, hialinos, con el margen posterior dilatándose hacia la base, delgados y crenulados en el ápice, separados del rostelo por un seno angosto, breve, con el lóbulo medio forman senos muy angostos, redondeados; lóbulo medio carnoso, cóncavo, erecto, deltoide, acuminado, adherido casi a todo lo largo al dorso de la antera. Rostelo erecto, algo grueso, aplanado, microscópicamente glandular, surcado en la cara ventral, triangular, 0.9-1 mm de largo, profundamente bífido, el seno angosto, redondeado, con los segmentos cilíndricos un poco divaricados, atenuados, con el ápice diversamente arqueado, obtuso, miden la mitad de la longitud del rostelo. Estigma someramente cóncavo, la base obtuso-redondeada, el ápice subtruncado, suborbicular, 0.7 mm de largo por 0.9 mm de ancho. Antera marchita, parda, dorsalmente recorrida por el lóbulo medio del clinandrio que se seca durante el desarrollo, el ápice reflejo, apiculado, agudo, aproximadamente subcuadrada, 0.8 mm de largo por 0.7-0.8 mm de ancho, márgenes microscópicamente crenulados, incurvos, excepto en la porción apical; el margen exterior más elevado que el interior, bilocular, los lóculos en la base someramente emarginados, libres uno de otro casi a todo lo largo pero fusionados en el ápice, excavados en el fondo en toda su longitud, la excavación cercana al margen posterior, recorrida por una lamela inconspicua. Polinios 2, oblicuos, lateralmente comprimidos, séctiles, los granos prismáticos o subcuadrados o rómbicos, gradualmente disminuyen de tamaño hacia el ápice, los que están cercanos a la base grandes para el tamaño del polinio, el ápice acuminado, clavado-ovados, 0.9 mm de largo por 0.4 mm de ancho, viscidio angostamente fusiforme, al separarlo, arranca trozos de los lóbulos del rostelo, entre los que está situado, pardo. Fruto ascendente, obclavado o fusiforme, hasta 1 cm de largo por 3 mm de diámetro cerca de la base, densamente pubescente, con los pelos glandulares.

TIPO: Jalisco: Municipio de Autlán de Navarro, Sierra de Manantlán, bosque mesófilo, 1800 m, 17.VII.1989, *S. G. Casillas*, *F. J. Santana*, *R. Ramírez D.* y *R. G. Tamayo*, *s. n.* Holotipo: (IBUG). Isotipos: pendientes de distribución. Paratipo: Municipio de Talpa de Allende, camino Talpa-La Cumbre, bosque mesófilo, 1400 m, 6.IX.1990, *R. Ramírez D.*, *R. Aguilar* y *R. G. Tamayo s. n.* (IBUG).

Etimología: El nombre de la especie se dedica a Secundino González Casillas, excelente colector, quien descubrió la localidad donde crece el material que se utilizó para la descripción.

Epoca de floración: Septiembre - octubre.

Habitat: Terrestre, entre la hojarasca en cañada de bosque mesófilo, creciendo junto con *Malaxis* sp., *Potosia* sp.; altitud 1400-1800 m.

Distribución conocida: México (Jalisco) y El Salvador.

Observaciones: La discontinuidad de las poblaciones conocidas llama la atención, pero puede ser mera apariencia, ya que aún faltan de explorar numerosos sitios a lo largo de los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas e incluso Guatemala. *Kreodanthus casillasii* florece durante la segunda parte de la estación lluviosa en montañas de difícil acceso. Por otro lado, la mayoría de los colectores no introduce a la prensa ejemplares estériles y pocos se toman la molestia de recoger plantas para cultivo y estudio a futuro. De hecho, los ejemplares mencionados en el texto se obtuvieron considerando estos factores y aunque las plantas fueron descubiertas en la estación seca, se colectaron a principios de julio, en excursiones planeadas con ese único fin, cuando los caminos todavía eran transitables y los nuevos brotes ya habían terminado el desarrollo, para tener la seguridad de contar con flores en óptimas condiciones.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad de Guadalajara y a la Profa. Luz María Villarreal de Puga se agradecen todas las facilidades y el apoyo proporcionados. Al Dr. Jerzy Rzedowski se debe la corrección del manuscrito. R. Ramírez D., F. J. Santana M. y R. Aguilar acompañaron al autor en numerosas excursiones. Ana Lilia Vigueras y Silvia Canales hicieron el trabajo mecanográfico.

LITERATURA CITADA

Garay, L. A., 1977. Systematics of the Physurinae (Orchidaceae) in the New World. Bradea 2 (28): 191-204.

Hamer, F. 1974. Las orquídeas de El Salvador. Ministerio de Educación. San Salvador. Vol. 1. 373 pp.

Hamer, F. 1981. Las orquídeas de El Salvador. The Mary Selby Botanical Gardens. Sarasota, Florida. Vol. 3. 304 pp.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:39-50

ANATOMIA DE LA LAMINA FOLIAR DEL GENERO *TRISETUM* (GRAMINEAE: POOIDEAE) EN MEXICO[1]

Ismael Hernandez Torres

CEFAP-MORELIA, CIPAC, INIFAP, SARH, SAGDR
Tte. I. Alemán 294, Col. Chapultepec Sur
Morelia, Michoacán, México

Y

E. Mark Engleman

Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados
56230 Chapingo, Edo. de México, México

RESUMEN

Se describe la anatomía foliar en sección transversal y de la epidermis abaxial para 12 especies de *Trisetum* Pers. presentes en México. En nueve de ellas se observaron células del mesófilo alargadas con paredes onduladas. En la zona costal de la epidermis de todas las especies, excepto *T. filifolium*, las células cortas (de sílice y de corcho) frecuentemente se presentan en hileras, y en la zona intercostal éstas se observaron solamente en cuatro especies, ya sea en pares o solitarias. En la zona costal se encontraron cuerpos de sílice alargados, solitarios y de contorno ondulado.

ABSTRACT

Leaf anatomy in transverse section and abaxial epidermis for twelve species of *Trisetum* Pers. present in Mexico is described. Elongate mesophyll cells with undulated walls were observed in nine species. The epidermis costal zone of all species, except *T. filifolium*, showed short silica and cork cells frequently arranged in rows. Those short cells appeared solitary or in pairs in the intercostal zone of only four species. Solitary, elongate silica bodies undulated in outline were found in costal zone of all species.

INTRODUCCION

Las características anatómicas de la lámina foliar son de gran utilidad en la sistemática de gramíneas y, aunque mejor conocidas por su contribución a la clasificación a nivel de subfamilia, han sido utilizadas con éxito para separar y apoyar el reconocimiento y la delimitación de especies en los géneros *Festuca* L. (Matthei, 1982) y *Stipa* L. (Arriaga, 1983).

[1] Basado en la Tesis de Maestría del primer autor.

En cuanto a *Trisetum*, Metcalfe (1960) describió la anatomía de *T. flavescens* (L.) Beauv., y Clifford y Watson (1977) ilustraron la epidermis en *T. spicatum*. La revisión de la anatomía de la lámina ha aportado criterios para separar o bien para unir especies de *Trisetum* presentes en México (Hernández y Koch, 1988 a, b). Debido a la utilidad de estas características en la sistemática de gramíneas (Ellis, 1976, 1979; Gould y Shaw, 1983), el presente estudio se emprendió para completar la revisión de *Trisetum* en México.

METODOLOGIA

Se examinaron las 12 especies de *Trisetum* conocidas para México (Cuadro 1), incluyendo *T. altijugum* y *T. kochianum*, que anteriormente se habían considerado dentro del género *Peyritschia* Fourn. (Hernández y Koch, 1988 a). El presente trabajo se basó en el estudio de 177 ejemplares procedentes de 28 colectas de campo y material de los herbarios CHAPA y MEXU.

Cuadro 1. Lista de las especies de *Trisetum* examinadas.

Especie	Número de figura			Núm. de ejemplares examinados
	Secc. transv.	Epidermis	Mesófilo	
T. altijugum (Fourn.) Scribn.	1A	5A	4A	12
T. curvisetum Morden & Valdés	1B	5B	4B	6
T. deyeuxioides (H.B.K.) Kunth	1C	5C	4C	19
T. filifolium Scribn. ex Beal	1D	5D		7
T. interruptum Buckl. var. *californicum* (Vasey) Louis-Marie	1E	5E		11
T. irazuense (Kuntze) Hitchc.	1F	5F		12
T. kochianum I. Hernández T.	2A	6A		11
T. mexicanum (Swallen) S.D. Koch	2B	6B		5
T. pringlei (Scribn.) Hitchc.	2C	6C		12
T. spicatum (L.) K. Richt.	3	6D		47
T. viride (H.B.K.) Kunth	2D	6E		24
T. virletii Fourn.	2E	6F		11

Para las observaciones de la anatomía de la lámina en sección transversal, se cortó un segmento de la parte media de la segunda hoja del culmo floral y se le rehidrató, hirviéndolo en agua con detergente comercial durante cinco minutos. Se realizaron cortes a mano con navaja de afeitar y las secciones se observaron sin tinción.

La epidermis abaxial y las células disociadas del mesófilo se obtuvieron mediante raspado directo.

La profundidad relativa del surco se determinó mediante mediciones realizadas en la sección transversal, dividiendo la profundidad del surco (promedio de cinco surcos centrales) entre el grosor de la lámina (promedio de cinco costillas centrales).

Las observaciones anatómicas fueron realizadas con un microscopio compuesto, a 100X y 400X. Los dibujos se elaboraron con una cámara lúcida con lente de graduación.

RESULTADOS

Las características más contrastantes entre las especies se presentan en los Cuadros 2 y 3. La anatomía de cada especie se ilustra en las Figuras 1 a 6.

A continuación se mencionan algunas características comunes para las especies y sus excepciones.

En la sección transversal:

Las células buliformes son de tamaño regular en todas las especies, excepto en *T. mexicanum* (Fig. 2B), donde ocupan hasta la mitad del grosor de la lámina.

Las fibras del esclerénquima son subepidérmicas en las superficies abaxial y adaxial. A menudo las fibras de la vaina del haz vascular se extienden formando una traba (Ellis, 1976); se pueden presentar: a) en forma de “I”, sin extensiones laterales (Fig. 1C) en uno o ambos lados del haz, o b) en forma de “T”, con extensiones laterales (Figs. 2C y 2D) comunmente presentes en el lado adaxial del haz, o bien, en el lado abaxial pueden formar una banda subepidérmica por fusión de las extensiones (Figs. 1D y 3A).

Trisetum filifolium (Cuadro 2; Fig. 1D) cuenta con células incoloras en la traba adaxial del haz vascular.

En *T. spicatum* (Cuadro 2; Fig. 3) se observó gran variación en la distribución del esclerénquima subepidérmico y la profundidad relativa de los surcos muestra la mayor diferencia (0.3) entre el límite mínimo y el máximo.

Las fibras marginales son pocas en todas las especies.

El mesófilo se compone de células redondeadas con la pared lisa y/o células alargadas con la pared ondulada. En *T. deyeuxioides* (Cuadro 2; Fig. 4C), las células del mesófilo son en su mayoría alargadas y de pared ondulada, excepto algunas pocas que son redondeadas y de pared lisa.

Los haces vasculares principales siempre tienen vainas dobles, como es característico de la subfamilia Pooideae (Gould y Shaw, 1983). Todos los haces vasculares son opuestos a las costillas.

En la epidermis abaxial:

En la zona costal las células cortas de sílice y de corcho siempre están presentes en hileras de 8 a 14, excepto *T. filifolium* (Fig. 5D), donde sólo se encuentran en pares; en algunas especies existen además células cortas solitarias o pareadas. En *T. spicatum* (Cuadro 3; Fig. 6D) su distribución es muy variable.

En la zona intercostal las células cortas pueden faltar o ser escasas, pero de existir son solitarias o dispuestas en pares, nunca en hileras. Son casi isodiamétricas (12 µm) y mucho más pequeñas que las células largas.

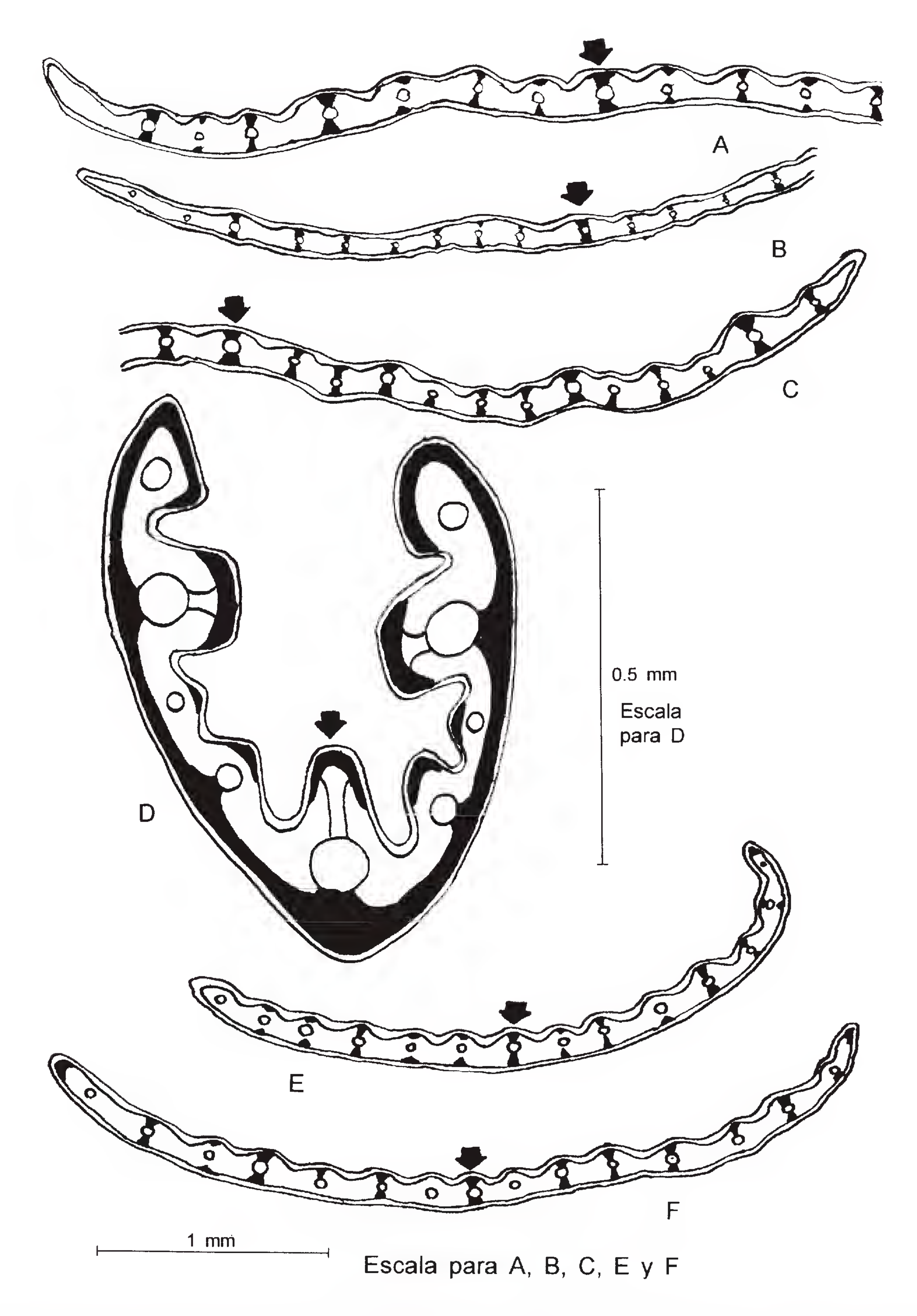


Fig. 1. Secciones transversales de la lámina en seis especies de *Trisetum*: A. *T. altijugum*, *Hernández T. 118* (CHAPA); B. *T. curvisetum*, *Hernández T. 75* (CHAPA); C. *T. deyeuxioides*, *Beetle M-4758* (CHAPA); D. *T. filifolium*, *Hitchcock 7682* (MEXU); E. *T. interruptum*, *Ndegwa 14* (CHAPA); F. *T. irazuense*, *Vega 521* (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

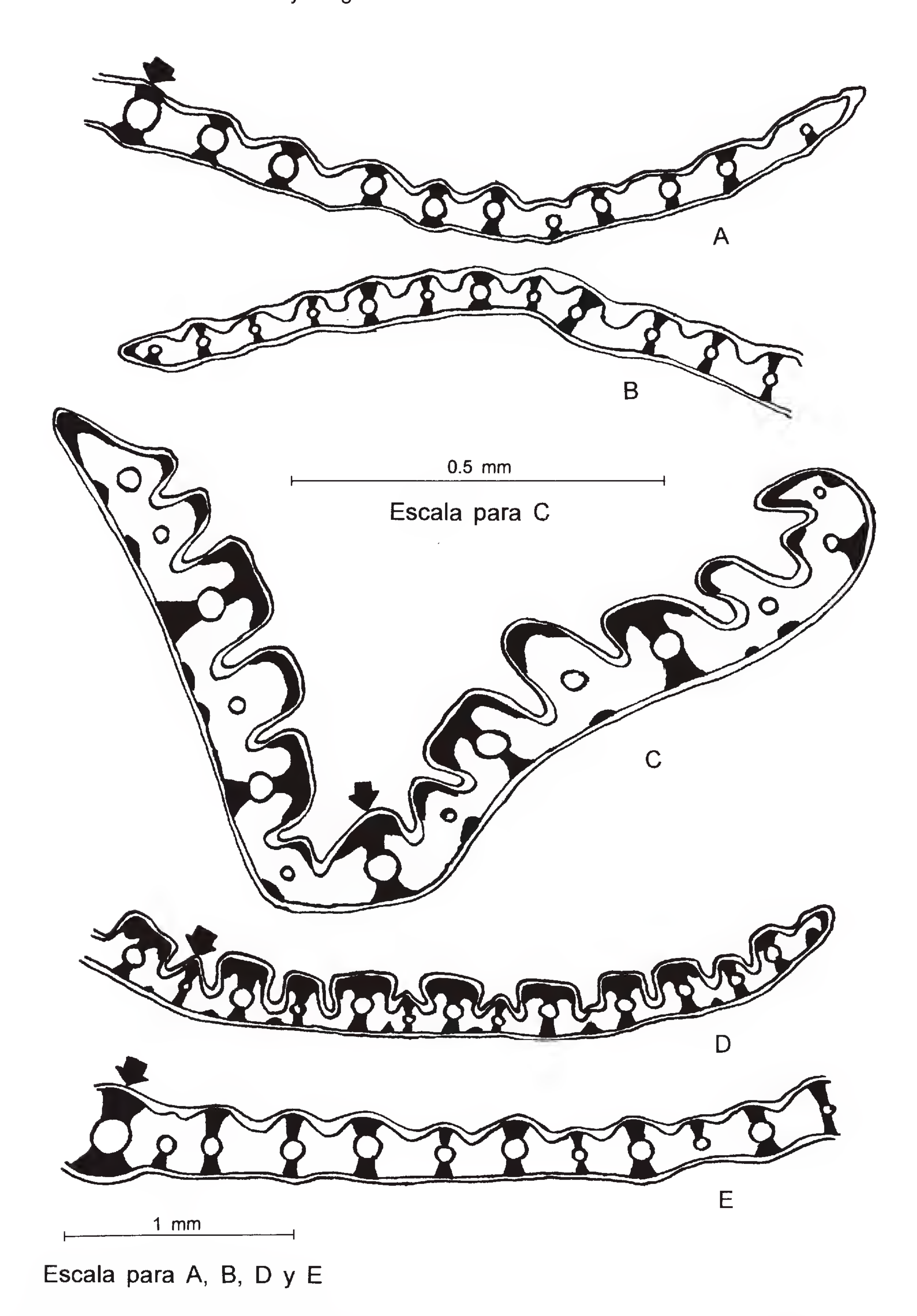


Fig. 2. Secciones transversales de la lámina en cinco especies de *Trisetum*: A. *T. kochianum*, *Hernández T. 99* (CHAPA); B. *T. mexicanum*, *Rzedowski 30353* (CHAPA); C. *T. pringlei*, *Pohl 10113* (MEXU); D. *T. viride*, *Reeder & Reeder 2517* (MEXU); E. *T. virletii*, *Hernández T. 125* (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

Se observó asimismo otro tipo de células con cuerpos de sílice, que están siempre solitarias en la zona costal, tienen los lados ondulados y son notablemente más largas que las otras, midiendo de 25 a 65 µm de longitud.

Los estomas pueden estar presentes o ausentes en la zona intercostal dentro de una misma especie.

Cuadro 2. Características de la anatomía foliar en especies de *Trisetum* en la sección transversal.

CARACTERISTICA	*T. altijugum*	*T. curvisetum*	*T. deyeuxioides*	*T. filifolium*	*T. interruptum*	*T. irazuense*	*T. kochianum*	*T. mexicanum*	*T. pringlei*	*T. spicatum*	*T. viride*	*T. virletii*
Contorno plano	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	P	P
Profundidad relativa de surcos:												
mínima	.1	0	.1	.6	.2	.15	.3	0	.2	.2	.55	.25
máxima	.35	.1	.35	.7	.4	.3	.45	.2	.45	.5	.68	.45
Haces de fibras sin extensión lateral	P	P	P	A	P	P	A	A	P	P	A	A
Haces de fibras con extensión adaxial	A	A	A	P	A	A	A	A	P	P	A	A
Trabas de fibras sin extensión lateral	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	A	P
Trabas de fibras extendidas (“T”) en lado adaxial	A	A	A	A	A	A	A	A	P	P	P	A
Fibras en una banda abaxial más o menos continua	A	A	A	P	A	A	A	A	A	P	A	A
Mesófilo de células alargadas con paredes onduladas	A	P	P	P	P	A	P	P	P	A	P	P

P = presentes; A = ausentes.

Cuadro 3. Características de la anatomía foliar en especies de *Trisetum* en la epidermis abaxial.

CARACTERISTICA	*T. altijugum*	*T. curvisetum*	*T. deyeuxioides*	*T. filifolium*	*T. interruptum*	*T. irazuense*	*T. kochianum*	*T. mexicanum*	*T. pringlei*	*T. spicatum*	*T. viride*	*T. virletii*
Células cortas solitarias en:												
zona intercostal	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	P	P
zona costal	A	P	A	A	A	P	A	A	A	P	A	A
Células cortas en pares en:												
zona intercostal	A	A	A	P	A	A	A	A	P	A	P	P
zona costal	P	P	A	P	P	A	A	A	P	A	A	A
Células cortas en hileras largas en la zona costal	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	P	P
Macropelos												
zona intercostal	APF	A	APF	F	APF	APF	PF	APF	APF	F	APF	F
zona costal	APF	F	F	PF	F	APF	PF	F	A	F	F	F

P = presentes; A = ausentes; APF = ausentes o muy poco frecuentes; PF = poco frecuentes; F = frecuentes

DISCUSION

Las características observadas en la anatomía de la lámina han sido de mucha importancia para unir a *T. rosei* Scribn. & Merr. con *T. spicatum*; a *T. evolutum* (Fourn.) Hitchc. con *T. deyeuxioides*; y a *T. palmeri* Hitchc. con *T. viride* (Hernández y Koch, 1988b).

La distribución, arreglo y cantidad del esclerénquima asociado a los haces vasculares es una característica de diagnóstico de gran utilidad (Ellis, 1976; Metcalfe, 1960), tal y como se observa en la mayoría de las especies de *Trisetum* estudiadas (Cuadro 2; Fig. 1 y 2). Sin embargo, la distribución del esclerénquima también puede estar correlacionada con factores ecológicos, es decir, que se puede encontrar una marcada variación dentro de una especie en diferentes localidades o condiciones climáticas (Ellis, 1976). Esto concuerda

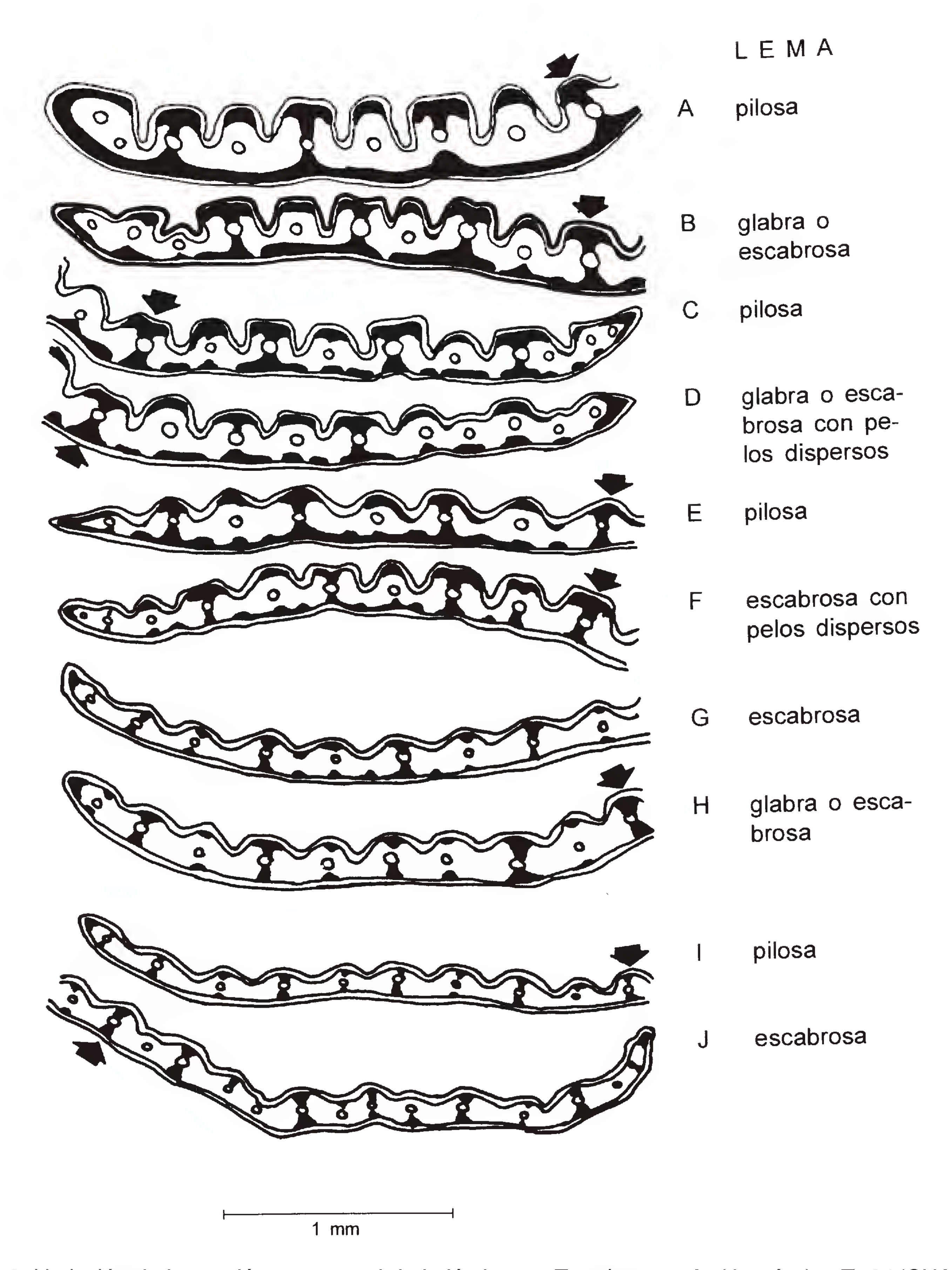


Fig. 3. Variación de la sección transversal de la lámina en *T. spicatum*: A. *Hernández T. 84* (CHAPA); B. *Beaman 2267* (MEXU); C. *Beaman 1993* (MEXU); D. *Hernández T. 116* (CHAPA); E. *Hernández T. 84* (CHAPA); F. *Hernández T. 119* (CHAPA); G. *Hernández T. 115* (CHAPA); H. *Hernández T. 104* (CHAPA); I. *Hernández T. 128* (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

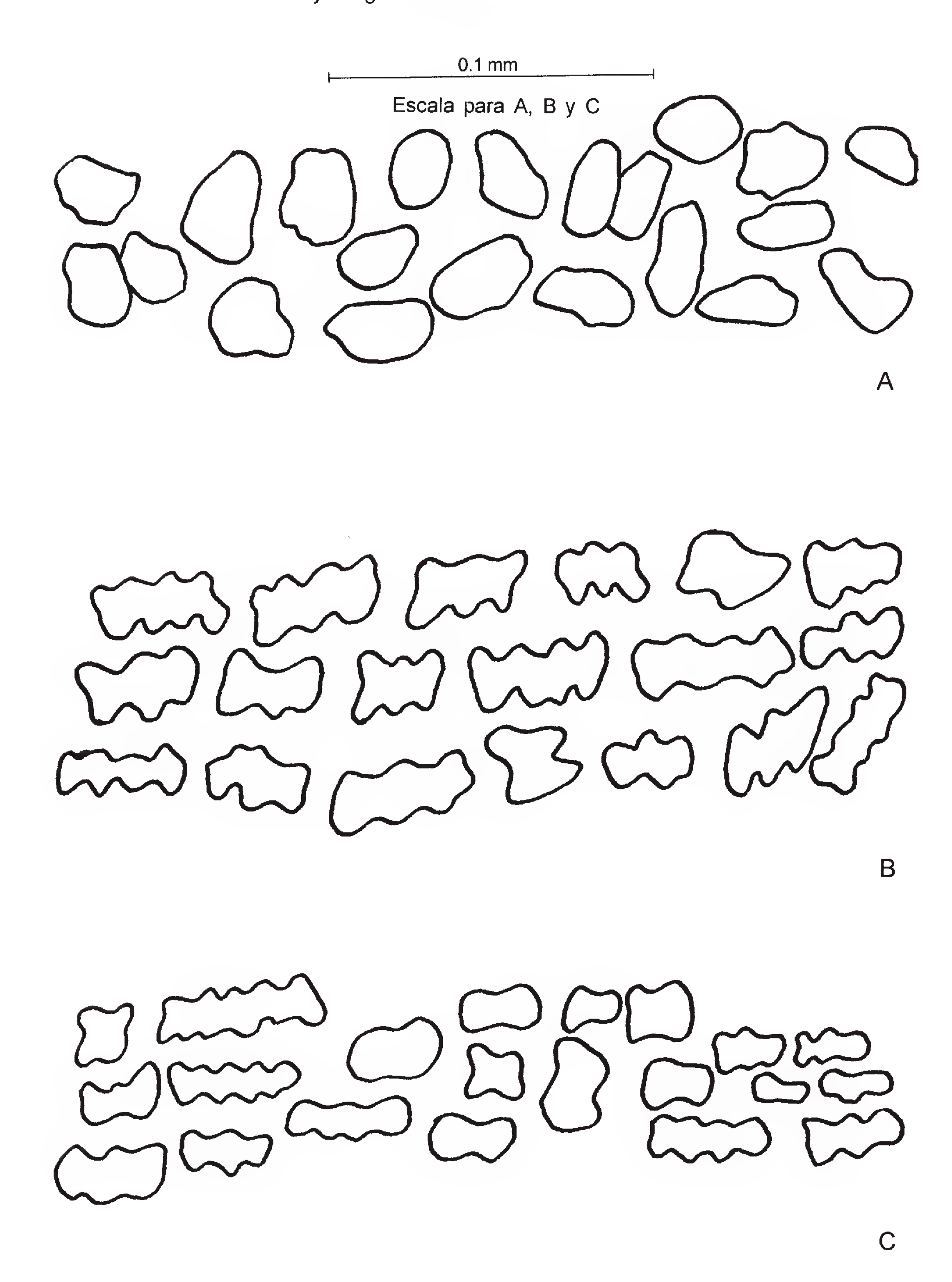


Fig. 4. Células del mesófilo en tres especies de *Trisetum*: A. Células redondeadas en *T. altijugum*, *Hernández T. 118* (CHAPA); B. Células alargadas de pared ondulada en *T. curvisetum*, *Hernández T. 75* (CHAPA); C. Células alargadas y redondeadas de pared ondulada en *T. deyeuxioides*, *Beetle M-4758* (CHAPA).

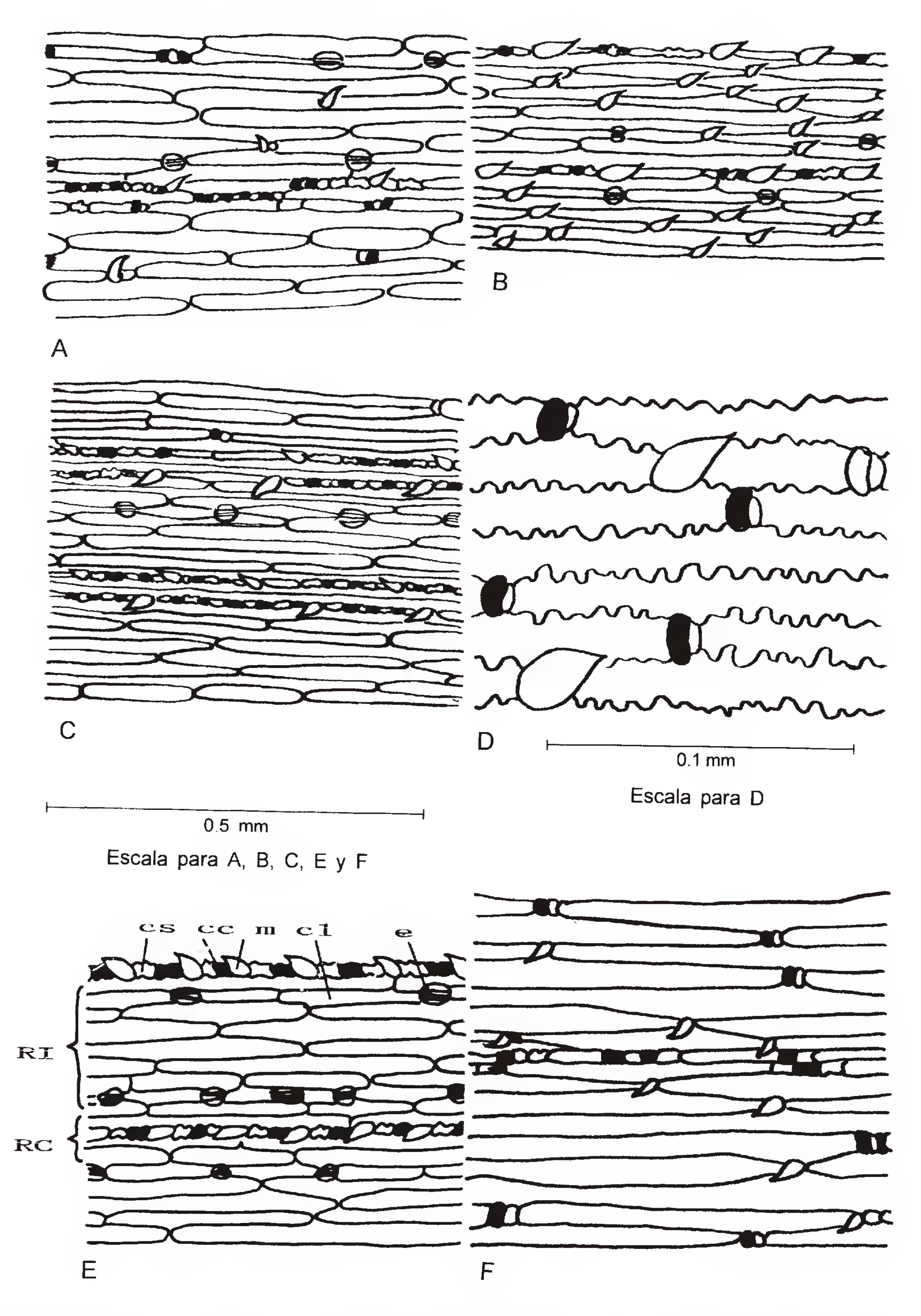


Fig. 5. Vista superficial de la epidermis abaxial en seis especies de *Trisetum*: A. *T. altijugum*, *Hernández T. 112b* (CHAPA); B. *T. curvisetum*, *Hernández T. 75* (CHAPA); C. *T. deyeuxioides*, *Hernández T. 111* (CHAPA); D. *T. filifolium*, *Correll & Gentry 23176* (MEXU); E. *T. interruptum*, *Ndegwa 14* (CHAPA); F. *T. irazuense*, *Hernández T. 107* (CHAPA). Clave para la figura 5 (E): cc = célula de corcho; cl = célula larga; cs = célula de sílice; e = estoma; m = macropelo; RC = zona costal; RI = zona intercostal.

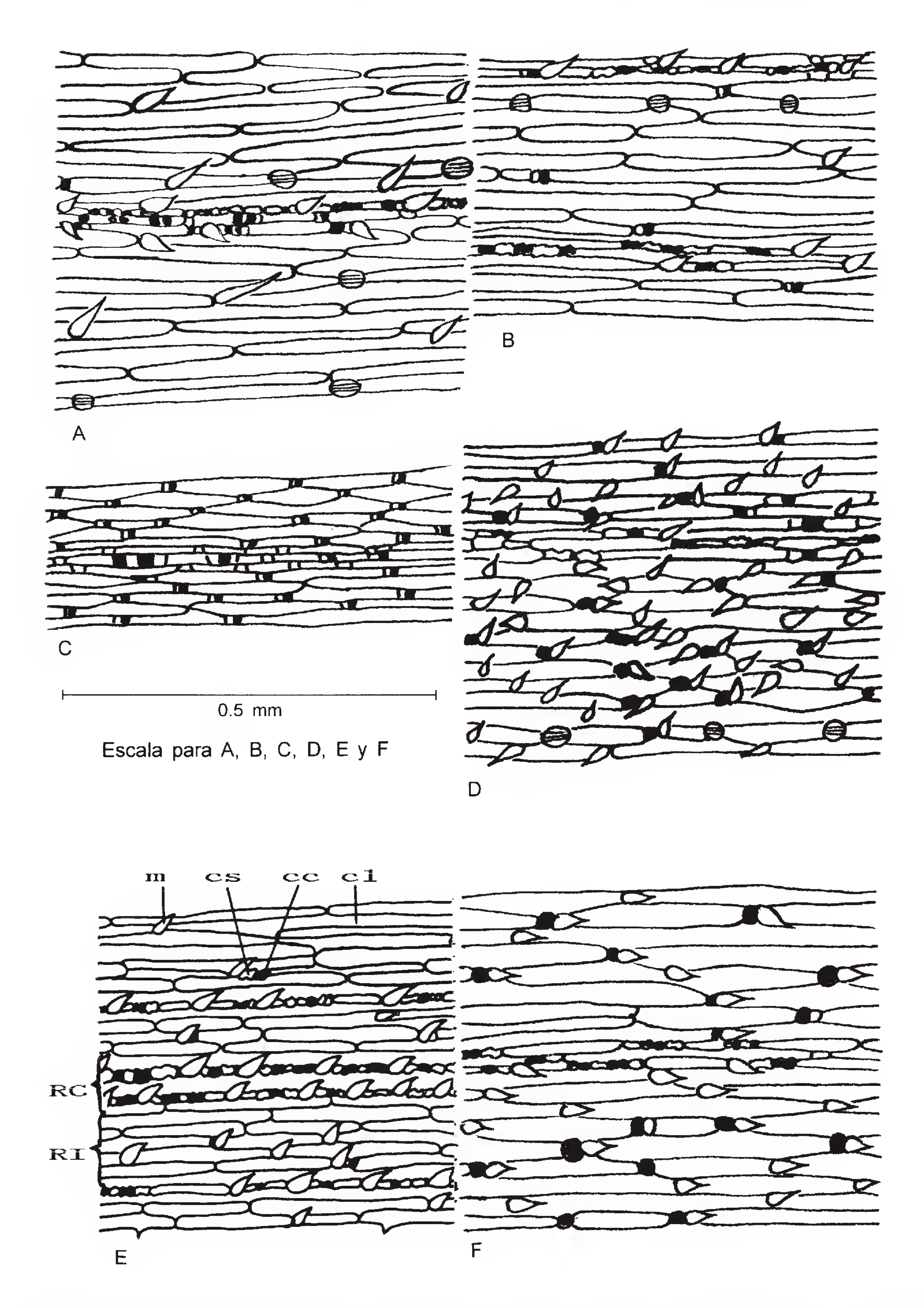


Fig. 6. Vista superficial de la epidermis abaxial en seis especies de *Trisetum*: A. *T. kochianum*, *Hernández T. 106* (CHAPA); B. *T. mexicanum*, *Rzedowski 30353* (CHAPA); C. *T. pringlei*, *Pohl 10113* (MEXU); D. *T. spicatum*, *Hernández T. 104* (CHAPA); E. *T. viride*, *Pringle 4919* (MEXU); F. *T. virletii*, *Hernández T. 125* (CHAPA). Clave para la figura 6 (A,E): cc = célula de corcho; cl = célula larga; cs = célula de sílice; e = estoma; m = macropelo; RC = zona costal; RI = zona intercostal.

con lo observado en *T. spicatum* (Cuadro 2; Fig. 3), donde se muestra una variada distribución en el arreglo y en la cantidad de esclerénquima asociado a los haces vasculares en ejemplares colectados en diferentes sitios y climas.

La profundidad relativa de los surcos que sólo había sido caracterizada cualitativamente por Metcalfe (1960) y Ellis (1976), ahora se define en forma cuantitativa para las especies de *Trisetum* (Cuadro 2).

Clifford y Watson (1977) observaron cuerpos de sílice de contorno ondulado, solitarios y horizontalmente alargados en la zona costal de la epidermis en *T. spicatum*, tal como se han observado en ésta y las demás especies de *Trisetum* en el presente estudio. Otros autores los han descrito en 20 o más géneros de la subfamilia Pooideae (Metcalfe, 1960; Clifford y Watson, 1977; Gould y Shaw, 1983). Según Clifford y Watson (1977) esta forma de cuerpos de sílice aparentemente está limitada a dicha subfamilia.

Las "células con brazos", conocidas en el mesófilo en las subfamilias Arundinoideae, Bambusoideae y Oryzoideae (Clifford y Watson, 1977; Gould y Shaw, 1983), tienen pliegues de pared entre protuberancias. Clifford y Watson (1977) comentan que esta característica puede estar más difundida de lo que actualmente se conoce. Las ondulaciones que se observaron en las células largas del mesófilo de algunas especies de *Trisetum* pueden considerarse como una expresión menos extrema de los pliegues reconocidos en las subfamilias Bambusoideae y Arundinoideae. Es notable que las ondulaciones aquí descritas pueden estar presentes o ausentes en especies de un mismo género.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo económico al primer autor y a los encargados de los herbarios MEXU y CHAPA por permitir el uso de sus materiales. El Dr. S. D. Koch ofreció valiosos comentarios para el manuscrito.

LITERATURA CITADA

Arriaga, O. M. 1983. Anatomía foliar de las especies de *Stipa* del subgénero *Pappostipa* (Stipeae-Poaceae) de Argentina. Revista Inst. Nac. Invest. Ci. Nat., Ci. Bot. 6(4): 89-141.

Clifford, H. T. y L. Watson. 1977. Identifying grasses. University of Queensland Press. St. Lucia, Australia. 146 pp.

Ellis, R. P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf blade as viewed in transverse section. Bothalia 12(1): 65-109.

Ellis, R. P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. Bothalia 12(4): 641-671.

Gould, F. W. y R. B. Shaw. 1983. Grass systematics. Texas A&M Univ. Press., 2a. ed. College Station. 397 pp.

Hernández T., I. y S. D. Koch. 1988a. Anatomía de la lámina foliar de *Trisetum*, *Deschampsia* y *Peyritschia* (Gramineae: Pooideae) y sus implicaciones taxonómicas. Agrociencia 71: 61-69.

Hernández T., I. y S. D. Koch. 1988b. Revisión taxonómica del género *Trisetum* (Gramineae: Pooideae) en México. Agrociencia 71: 71-102.

Matthei, J. O. 1982. El género *Festuca* (Poaceae) en Chile. Gayana 37: 1-64.

Metcalfe, C. R. 1960. Anatomy of Monocotyledons. I. Gramineae. Oxford Univ. Press. Oxford. 731 pp.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:51-54

ESPECIE NUEVA DE *INGA* (LEGUMINOSAE: MIMOSOIDEAE) DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, MEXICO

MARIO SOUSA S.

Herbario Nacional
Instituto de Biología U.N.A.M.
Apdo. Postal 70-367
Coyoacán, 04510 México, D.F.

RESUMEN

Se describe una especie nueva de *Inga*, *I. huastecana* de la Sierra Madre Oriental, de los estados de Querétaro, Veracruz y Puebla. Se trata de una especie aparentemente relacionada con *I. hayesii* Benth. y también, aunque en menor grado, con *I. pinetorum* Pittier.

ABSTRACT

A new species of *Inga* is described, *I. huastecana* from the Sierra Madre Oriental, in the Mexican states of Queretaro, Veracruz and Puebla. It appears to be related to *I. hayesii* Benth. and also, but in lesser degree, with *I. pinetorum* Pittier.

México representa el límite norte de distribución del género *Inga* (Leguminosae: Mimosoideae) localizándose la gran mayoría de sus componentes en el sur del país, dentro del área mesoamericana. Así, Sousa (1993) cita a 33 especies para esta región, a las que se agregan dos (*Inga andersonii* McVaugh e *I. eriocarpa* Benth.) del occidente de México. Aquí se describe una más de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Querétaro, Veracruz y Puebla, haciendo un total de 36 para la flora de México.

Inga huastecana M. Sousa, sp. nov. (Fig. 1)

Ingae hayesii Benth. similis, a qua petiolo breviore, inflorescentiis paucifloris, pedunculo bene evoluto, bracteis floralibus longioribus, anguste ellipticis, floribus pedicellatis, tubo staminali exserto et fructu breviore differt.

Arboles 4-8 m de alto; ramas teretes a subteretes, pardo-amarillentas, pilosas a hispídulas cuando jóvenes, posteriormente glabras. Hojas 4-6-folioladas, estípulas 4-6 mm de largo, angostamente lanceoladas, caducas; pecíolo 0.6-1.5 cm de largo, alado, el ala hasta 12 mm de ancho; raquis foliar 2.5-8 cm de largo, alado, el ala hasta 13 mm de ancho, oblanceolada; glándulas interfoliolares sésiles a cortamente estipitadas, urceoladas a cupuliformes, el cuerpo glandular, 0.3-0.8 mm de largo, 0.3-0.8 mm de ancho; apéndice ca. 4 mm de largo, filiforme, pronto caduco, folíolos casi concoloros a ligeramente discoloros,

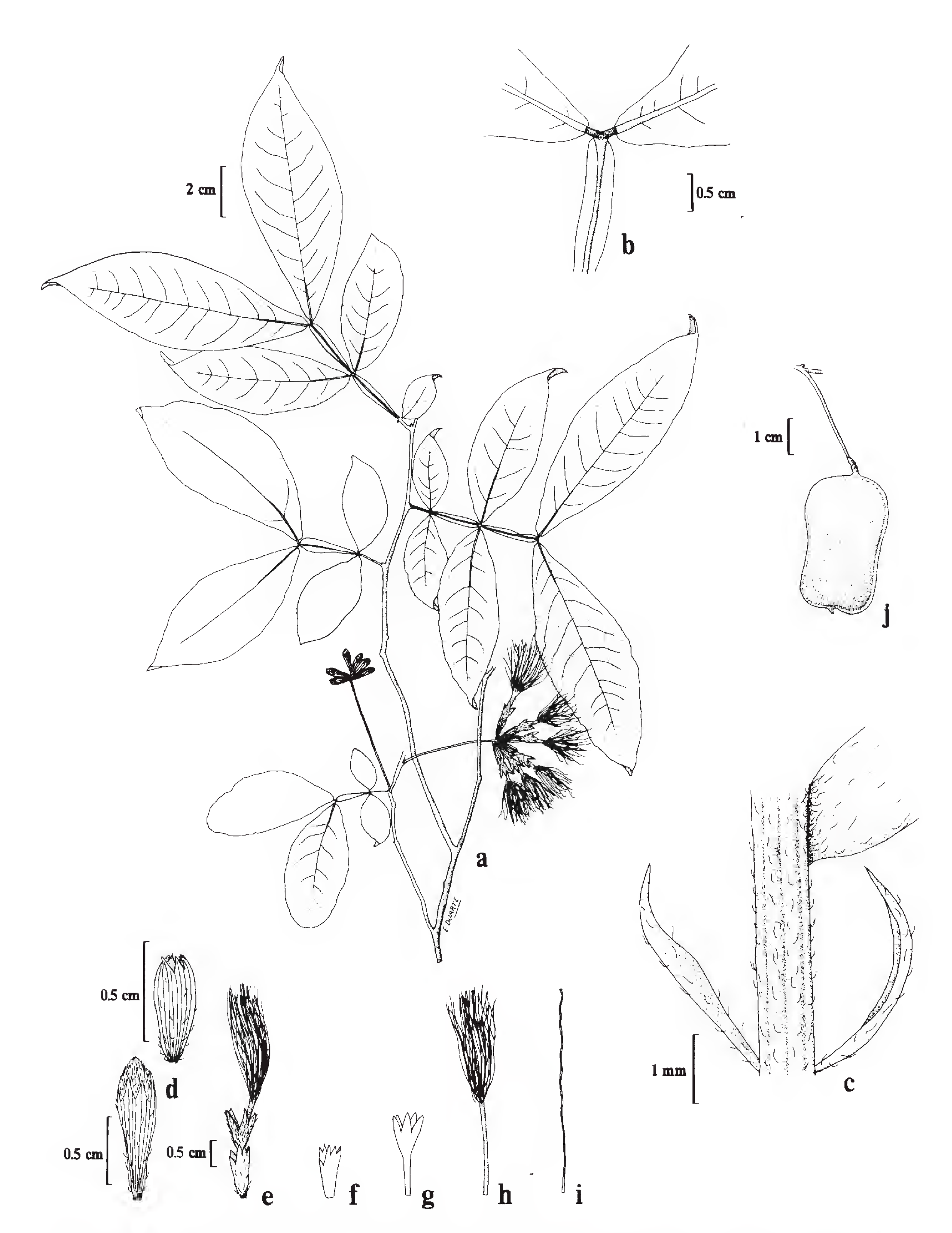


Fig. 1. *Inga huastecana*. a. Rama con hojas (*Rubio 2507*), inflorescencias (*Rubio 2524*); b. Apice del raquis, mostrando glándula (*Rubio 2507*); c. Raquis floral, mostrando brácteas estériles (*Nee* y *Taylor 26800*); d. Botón (*Rubio 2524*); e. Flor (*Rubio 2524*); f. Cáliz (*Rubio 2524*); g. Corola (*Rubio 2524*); h. Tubo estaminal (*Rubio 2524*); i. Gineceo (*Rubio 2524*); j. Fruto (*Rubio 2507*)

cartáceos, la base asimétrica a ligeramente asimétrica, obtusa a cuneada, el ápice acuminado, en ocasiones cuspidado u obtuso, el haz opaco, esparcidamente piloso a hispídulo, el envés opaco, más densamente peloso sobre las nervaduras, la nervadura primaria eglandular, el par basal de folíolos 2.5-5 cm de largo, 1.5-2.8 cm de ancho, elípticos a ovados, el par apical 7-16 cm de largo, 3-4(-5.8) cm de ancho, elípticos. Inflorescencias en espigas o racimos, 1-2-fasciculadas; pedúnculo 2.5-6 cm de largo, delgado, sulcado, pardo-amarillento, piloso a hispídulo; raquis floral 0.5-1(-1.5) cm de largo, paucifloro, las flores congestas, las brácteas homomorfas, (2-)3.5-5 mm de largo, angostamente elípticas, caducas; flores pediceladas a casi sésiles, el pedicelo hasta 2 mm de largo; botones florales con el cáliz abierto, apiculados; cáliz 7-10 mm de largo, tubular, estriado, esparcidamente piloso aun en el ápice de los lóbulos, con escotaduras, los lóbulos 1-2 mm de largo, triangulares a angostamente triangulares; corola 10-19 mm de largo, subturbinada, verdosa, canescente a pardo-amarillenta, vellosa; tubo estaminal ligeramente exerto, blanco. Legumbre (1.5-)3.7-5.2 cm de largo, (1.8-)2.2-2.8 cm de ancho, 0.7-0.9 cm de grosor, aplanada a ligeramente túrgida, recta, oblonga, sésil en la base, apiculada en el ápice, pardo-amarillenta, hispídula, las valvas nervadas, las suturas sulcadas.

TIPO: México, Querétaro: 1 km al Noroeste de San Onofre, Mpio. de Landa, Alt. 850 m, 3 de agosto 1991, *Hiram Rubio 2524* (holotipo, MEXU; isotipo, IEB).

Material adicional examinado: México. Querétaro. 2 km al poniente del Naranjo, Mpio. de Landa, 26 de septiembre 1988, *H. Rubio 1030* (IEB, MEXU); 2 km al NE de El Humo, Mpio. de Landa, 13 de diciembre 1989, *H. Rubio 1412* (IEB, MEXU); 1 km al sureste de El Naranjo, Mpio. de Landa, 29 de julio 1991, *H. Rubio 2507* (IEB, MEXU). Veracruz. Along Huayacocotla-Zontecomatlán road, 1 km NE of San Antonio Ixtatella, Mpio. Zontecomatlán (20°42'N, 98°23'W), alt. 1300 m, April 27, 1983, *M. Nee* y *K. Taylor 26800* (F, MEXU, NY, TEX, XAL). Puebla. Necaxa, 20 noviembre 1943, *F. Miranda 3048* (MEXU); Colonia cafetalera El Jonote, Mesa Metate, 13 de junio 1962, *J. Sarukhán* et al. *3341* (MEXU), ibidem, 14 de junio 1962, *J. Sarukhán* et al. *3336* (MEXU), ibidem, 15 de junio 1962, *J. Sarukhán* et al. *3573* (MEXU); cerca Huauchinango (hacia Necaxa), 24 de marzo 1945, *A. Sharp* y *F. Miranda 3362* (MEXU).

Habitat. En la Sierra Madre Oriental sobre suelos calcáreos rocosos, en bosques de encino, selvas medianas subperennifolias, bosques caducifolios con *Quercus*, *Carpinus caroliniana*, *Liquidambar macrophylla* y otras especies tropicales; plantas jóvenes en un acahual de *Quercus* de aproximadamente uno a cinco años. Orillas de arroyos, cañadas y laderas de cerros. En altitudes entre 850 y 1300 m.

Fenología. Aparentemente tiene dos períodos de floración, uno de marzo a abril y otro en agosto; fructifica de julio a septiembre y en diciembre.

Nombres comunes. En Querétaro, "chalaquitillo"; en Puebla, "chalahuite", "chalahuite chica", "chalahuite chico".

Inga huastecana se relaciona con *Inga hayesii* Benth. conocida de Costa Rica a Colombia, de la cual difiere por los caracteres apuntados en la diagnosis en latín; también

se aproxima a *I. pinetorum* Pittier, distribuída en Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Belice, la cual se distingue de la nueva especie por su pecíolo y raquis teretes, la flores más pequeñas y las brácteas heteromorfas.

Inga hayesii Benth. fue colocada por Bentham (1875) en la serie *Pilosiusculae* Benth. y más recientemente por León (1966) en su serie *Pilosulae* León. Por otro lado, *I. pinetorum* fue ubicada por León (1966) en su serie *Punctatae* León, lo cual nos deja con la necesidad de nuevos rearreglos taxonómicos a nivel de serie en el género *Inga*, trabajo más allá de las metas de esta contribución.

Es de esperarse también la presencia de la planta en el noreste del Edo. de Hidalgo, así como en el sureste del Edo. de San Luis Potosí.

El nombre hace referencia al hecho de que el área de esta especie está localizada en el extremo suroeste de la región conocida como La Huasteca.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jerzy Rzedowski R. que a través del proyecto Flora del Bajío, facilitó la consulta y estancia en el herbario del Instituto de Ecología en Pátzcuaro. Al Dr. Fernando Chiang por la traducción al latín de la diagnosis. A los curadores de los siguientes herbarios: F, IEB, MEXU, NY, TEX y XAL por facilitar el material para su estudio; a Eloisa Duarte por la ilustración y Gloria Andrade de Sousa por incorporar el texto a un procesador de palabras.

LITERATURA CITADA

Bentham, G. 1875. Revision of the suborder Mimoseae. Trans. Linn. Soc. London 30:335-668.

León, J. 1966. Central American and West Indian species of *Inga* (Leguminosae). Ann. Missouri Bot. Gard. 53: 265-359.

Sousa S., M. 1993. El género *Inga* (Leguminosae: Mimosoideae) del sur de México y Centroamérica, estudio previo para la Flora Mesoamericana. Ann. Missouri Bot. Gard. 80: 223-269.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:55-61

NOTAS SOBRE ALGUNAS POLEMONIACEAE MEXICANAS[1]

JERZY RZEDOWSKI, GRACIELA CALDERON DE RZEDOWSKI[2]

Instituto de Ecología
Centro Regional del Bajío
Apartado postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán

Y

JOSE A. VILLARREAL Q.

Departamento de Botánica
Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"
25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila

RESUMEN

Se proponen varios cambios pertinentes a la sistemática y nomenclatura de algunas especies mexicanas de Polemoniaceae.

Se considera a *Bonplandia linearis* Rob. sólo como una variante de *B. geminiflora* Cav. Igualmente *Cobaea biaurita* Standl. no es sino un sinónimo taxonómico de *C. stipularis* Benth. *Loeselia greggii* S. Wats. es el nombre correcto de la especie que se ha conocido como *L. scariosa* (Mart. & Gal.) Walp. y se restituye el binomio *L. pumila* (Mart. & Gal.) Walp. para la planta que fue erroneamente identificada como *L. ramosissima* (Mart. & Gal.) Walp.

Con base en ejemplares colectados en Chihuahua, Durango, Guanajuato y Querétaro se describe como nuevo a *Polemonium melindae*, el cual difiere de *P. pauciflorum* S. Wats. en sus corolas más anchas, más largas y de color amarillo claro, así como en los lóbulos del cáliz más anchos.

---

[1] Se agradece la colaboración recibida de la Dra. Alva Day, de la Academia de Ciencias de California, quien ayudó a despejar varias dudas. Se dan las gracias asimismo a la Dra. Lourdes Rico, de los Reales Jardines Botánicos de Kew, al Dr. Mauricio Velayo, del Real Jardín Botánico de Madrid, al Dr. Paul Bamps, del Jardín Botánico Nacional de Bélgica, a la M. en C. Ana Rosa López Ferrari y al M. en C. Adolfo Espejo, de la Universidad Autónoma Metropolitana, por haber buscado tipos de varios taxa de Polemoniaceae y proporcionado fotografías de los mismos. Las autoridades de los herbarios de la Universidad de Harvard no tuvieron inconveniente en enviar en préstamo dos ejemplares tipo.

[2] Trabajo realizado con apoyo económico del Instituto de Ecología (cuenta 902-03), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

ABSTRACT

Several changes are proposed in the taxonomy and nomenclature of some Mexican members of the Polemoniaceae.

Bonplandia linearis Rob. is considered only as a minor variant of *B. geminiflora* Cav. *Cobaea biaurita* Standl. proves also to be a taxonomic synonym of *C. stipularis* Benth. *Loeselia greggii* S. Wats. is the correct name of the species most often named *L. scariosa* (Mart. & Gal.) Walp. and the name *L. pumila* (Mart. & Gal.) is recognized for the plant erroneousely identified as *L. ramosissima* (Mart. & Gal.) Walp.

Polemonium melindae is described as a new species on the basis of specimens collected in Chihuahua, Durango, Guanajuato and Querétaro. It differs from *P. pauciflorum* S. Wats. in its wider, longer and lemmon-colored corolla and in its wider calyx lobes.

La preparación del manuscrito de la familia Polemoniaceae para la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes ha tropezado con diversos obstáculos, pues a medida de ir profundizando nos encontramos con numerosos problemas tanto de la definición de las especies, como de la aplicación de nombres apropiados a las mismas. Como resultado de la revisión de un amplio material de herbario, de la observación de las poblaciones naturales en el campo, así como del examen de ejemplares tipo o de sus fotografías, se proponen las siguientes enmiendas y sugerencias.

BONPLANDIA

El género y el binomio *B. geminiflora* fueron publicados por Cavanilles en 1800 con fundamento en ejemplares obtenidos algunos años antes en Guerrero (*L. Née s.n.* (MA, foto en IEB)). No se registró adición alguna a *Bonplandia* durante todo el siglo XIX, pero en 1907 Robinson describió *B. linearis* con base en material colectado en Michoacán (*C. G. Pringle 10364*, isotipo en MEXU!), señalando que su planta difiere de *B. geminiflora* en la forma de las hojas que son lineares o bien pinnatilobadas y con los lóbulos lineares, mientras que en la especie típica estas estructuras son mucho más anchas, a menudo ovadas.

El material de herbario que se tiene en la actualidad de *B. geminiflora* revela que es una especie particularmente variable en algunos caracteres, incluyendo el tamaño de la flor, el tipo y la abundancia de la pubescencia y sobre todo la forma y el tamaño de la hoja, sin que resulte factible diferenciar ni siquiera entidades infraespecíficas. En efecto, algunas poblaciones de Michoacán, de Jalisco y de Nayarit destacan notablemente por sus hojas o segmentos foliares muy angostos, pero con frecuencia en un solo individuo la anchura de estos órganos varía de manera extraordinaria. En consecuencia reducimos *B. linearis* a la sinonimia de *B. geminiflora* y restituimos al género la categoría de monotípico restringido en su distribución a México y Guatemala.

Standley (1924: 1213) consideró a estas plantas como sufrutescentes, pero como ya lo hizo notar Gibson (1970: 86), se trata de organismos anuales, aunque en ocasiones hasta de 2 m de alto.

COBAEA

En su revisión de este género Standley (1914) describió y proporcionó una fotografía del tipo de *C. biaurita*, que es un ejemplar colectado por E. W. Nelson en Chiapas, indicando que la planta se distingue principalmente por sus foliolos basales más o menos profundamente auriculados, en conjunción con los segmentos del cáliz lanceolados. Nash (1979: 4) reconoció esta misma especie entre las polemoniáceas de Veracruz y mostró que se trata de una de las representantes más comunes de *Cobaea* que habitan en ese estado. Comentó asimismo que en algunos especímenes el par de foliolos inferiores está "raramente reducido y casi ovado".

En conexión con ello cabe advertir que la planta con foliolos basales muy reducidos y reniformes había sido descrita en 1840 por Bentham como *C. stipularis*, taxon cuyo tipo (*K. T. Hartweg s.n.* (K, foto en IEB)) procede del estado de Hidalgo.

El examen de numerosos ejemplares procedentes de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Chiapas revela que individuos con el aspecto de *C. biaurita* y con el aspecto de *C. stipularis* no son sino variantes de una sola especie y que por razones de prioridad cronológica este último es el nombre que debe usarse.

Al margen de lo anterior tampoco puede pasar inadvertida la gran similitud entre *C. stipularis* y *C. scandens* Cav. La segunda, a menudo llamada "hiedra morada" o "campana morada", al parecer sólo se conoce de plantas cultivadas o escapadas de cultivo y difiere primordialmente en sus segmentos del cáliz que son ovales a suborbiculares y con el ápice redondeado y apiculado.

Aunque se da la curiosa circunstancia de no haberse registrado para *C. scandens* ningún nombre común en náhuatl ni en alguna otra lengua indígena, no hay mucha duda de que esta planta es nativa de México y no sería remoto que *C. scandens* se hubiera originado como un mutante de *C. stipularis* y perpetuado por el hombre.

GILIA

En el NE de Guanajuato y en el NE de Querétaro se han colectado en repetidas ocasiones representantes de una especie del género *Gilia*, cuyas características coinciden bastante bien con las señaladas para *G. incisa* Benth. por Brand (1907: 147), por Wherry (1966: 294), así como con las proporcionadas e ilustradas por Nash (1979: 12).

Sin embargo, al revisar la descripción original de esta última especie nos llamaron la atención dos discrepancias. De acuerdo con Bentham (1845: 312), se trata de una planta "glaberrima" y las corolas miden "2 lin." (= ca. 4 mm) de largo, mientras que en todos los ejemplares procedentes de nuestra área, al igual que en los demás identificados como *G. incisa* que pudimos encontrar en los principales herbarios mexicanos, los tallos son finamente glanduloso-pubescentes y la longitud de las flores varía entre (5)8 y 9(12) mm.

Por consiguiente, solicitamos para su examen el espécimen tipo (*T. Drummond coll. 3, No. 463*), el cual en principio debería estar depositado en la colección del Real Jardín Botánico de Kew, pero no se le pudo hallar ahí ni tampoco en el Museo de Historia Natural de Londres. En fecha posterior logramos localizar un isotipo en el Herbario Gray de la

Universidad de Harvard, mismo que nos ha sido prestado gentilmente. El ejemplar en cuestión, procedente de Texas, presenta la pubescencia característica en el tallo, pero carece de flores.

En virtud de lo anterior concluimos que, a pesar de las discrepancias con el protólogo, debe aceptarse el uso del nombre *G. incisa* para las plantas pubescentes y con corolas grandes.

LOESELIA

De las cinco especies de este género presentes en el área que abarca la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes dos requieren de enmiendas nomenclaturales.

La Dra. Alva Day, de la Academia de Ciencias de California, quien está preparando en la actualidad una revisión de *Loeselia*, encontró y comunicó que:

a) a la planta que desde los tiempos de la publicación de Brand (op. cit.) se ha estado llamando *L. scariosa* (Mart. & Gal.) Walp. le corresponde el nombre de *L. greggii* S. Wats. (sintipos: *J. Gregg 360* (GH) y *E. Palmer 1063* (GH), fotocopia de ambos en IEB), ya que los sintipos de *Hoitzia scariosa* Mart. & Gal. (*H. Galeotti 638* y *1450* (BR, fotos en IEB)) no corresponden sino a una variante menor de *L. coerulea* (Cav.) G. Don (tipo: *L. Née s.n.* (MA, foto en IEB)).

b) Gibson (op. cit.: 95) y Nash (op. cit.: 23) utilizaron incorrectamente el binomio *Loeselia ramosissima* (Mart. & Gal.) Walp. para la especie que debe denominarse *L. pumila* (Mart. & Gal.) Walp. (tipo: *H. Galeotti 7132* (BR, foto en IEB)). El material original de *Hoitzia ramosissima* Mart. & Gal. (sintipos: *H. Galeotti 1444* y *1453* (BR, fotos en IEB)) permite concluir que esta última es un sinónimo taxonómico de *L. glandulosa* (Cav.) G. Don (tipo: *L. Née s.n.* (MA, foto en IEB)).

Después de examinar las fotografías de los tipos de todos estos taxa, confirmamos plenamente las conclusiones de la Dra. Day.

POLEMONIUM

Colectas recientes realizadas en Querétaro y en Guanajuato han revelado la existencia de una especie de flores muy vistosas perteneciente a este género, que al parecer no ha sido descrita todavía. Una revisión del material depositado en varios herbarios indica que la planta en cuestión también se ha encontrado en Chihuahua y en Durango.

Polemonium melindae sp. n. (Fig. 1)

Planta procumbens vel ascendens, caules subglabri usque ad dense lanosi; foliola plerumque lanceolata, 7-25 mm longa, 2-6 mm lata; flores plerumque solitarii vel geminati; calyx 15-21(25) mm longus, lobis triangularibus, tubo 1-2-plo longioribus; corolla anguste infundibuliformis, citrina vel viridi-flava, 4.5-7 cm longa, ad tubi medium (7)8-11 mm lata, ad tubi apicem 1.5-3.5 cm lata, lobis suborbicularibus; stamina inclusa vel exserta, filamentis longitudine inaequalibus; capsula subcylindrica, 9-10 mm longa.

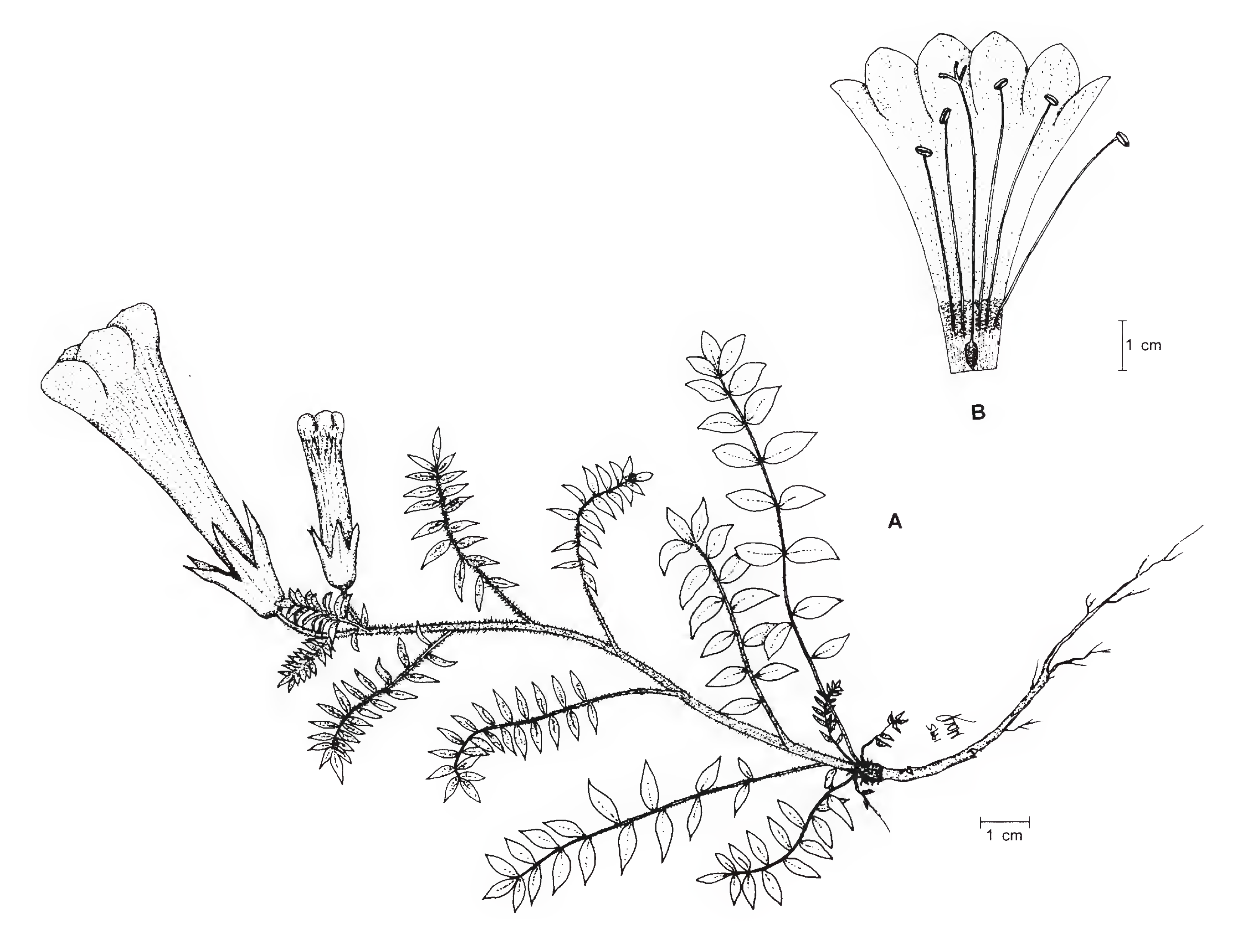


Fig. 1. *Polemonium melindae* Rzedowski, Calderón & Villarreal. a. porte de la planta. b. flor disecada. Ilustrado por M. A. Carranza.

Planta herbácea perenne, rastrera o ascendente, hasta de 50 cm de largo; tallos más o menos profusamente ramificados, vilosos con pelos pluricelulares, variando de casi glabros a densamente lanosos; hojas imparipinnadas, peciolo de 10 a 35 mm de largo, raquis estrechamente alado, foliolos 15 a 27, alternos u opuestos, sésiles, lanceolados o a veces elípticos, de 7 a 25 mm de largo, de 2 a 6 mm de ancho, agudos en el ápice, cuneados a redondeados y los laterales más o menos oblicuos en la base, las bases de los tres foliolos superiores a menudo confluentes, densamente viloso-pilosos a casi glabros en ambas caras; flores dispuestas en la porción distal de las ramas, por lo general solitarias o por pares, a veces en grupos de tres, la primera en posición terminal, la segunda y la tercera (de presentarse) en la axilas de las hojas inmediatas, pedúnculos comunmente de 1 a 4 cm, pero en ocasiones hasta de 15 cm de largo, con pubescencia similar a la de los tallos; cáliz tubular a angostamente campanulado, de 15 a 21(25) mm de largo, sus lóbulos angostamente triangulares y atenuados hacia un extremo redondeado en el ápice, a menudo no todos iguales entre sí, una a dos veces más largos que el tubo, viloso en el dorso; corola angostamente infundibuliforme, de color amarillo claro, a menudo tendiendo a verdoso, de 4.5 a 7 cm de largo, de (7)8 a 11 mm de diámetro a la mitad del largo del tubo, y de 1.5 a 3.5 cm de diámetro hacia el ápice, glabra, los lóbulos suborbiculares, de aproximadamente un cuarto del largo total de la corola; estambres inclusos a exsertos, filamentos de largo desigual, insertos cerca de la base de la corola, anteras suborbiculares a oblongas, de ca. 2 mm de largo; estilo aproximadamente tan largo como la corola, a veces ligeramente exserto; cápsula subcilíndrica, de 9 a 10 mm de largo, glabra; semillas oblongas, algo comprimidas, de ca. 2.5 mm de largo, cafés, brillantes.

Tipo: México. Querétaro. Parte alta del Cerro Zamorano, municipio de Colón, bosque de *Abies* y claros adyacentes, alt. 3100 m. 10.V.1987. *J. Rzedowski 43240* (IEB).

Material adicional examinado: México. Chihuahua. 3.3 miles south of Chorro de Agua (abandoned sawmill) on road to Sawmill El Cuervo, 28°11'40" N, 108°03'50" W, *T. R.* y *R. K. Van Devender* y *P. S. Martin 87-89* (ANSM, ARIZ, ENCB); Rio Verde, on road from El Vergel to Cienega Prieta, *D. S. Correll* y *H. S. Gentry 22910* (ENCB). Durango. Ojo de Agua, 20 km de La Escondida por camino a Los Charcos, municipio de Mezquital, *M. González et al. 1754* (ANSM, CIDIIR, IEB). Guanajuato. El Aserradero, Ojo de Agua del Tepetate, municipio de Acámbaro, *A. Rubio 746* (EBUM); El Moro, municipio de Acámbaro, *A. Rubio 653* (EBUM); Parte alta del Cerro El Moro, Sierra de los Agustinos, municipio de Acámbaro, *H. Díaz Barriga 3963* (IEB). Querétaro. 1.1 mi below summit of Cerro Zamorano, *M. F. Denton 1976* (ENCB); parte alta del Cerro Zamorano, municipio de Colón, *J. Rzedowski 44445* (IEB).

P. melindae se ha colectado en altitudes entre 2700 y 3200 m; principalmente en bosques de coníferas, florece de abril a septiembre y se ha encontrado en fruto maduro en septiembre y octubre. A pesar de su área de distribución relativamente extendida, se trata de una planta muy poco frecuente, más bien esporádica, aunque a menudo abundante en los sitios en que vive.

Varios ejemplares de *P. melindae* fueron identificados inicialmente como *P. pauciflorum* S. Wats. (tipo: *C. G. Pringle 1558* (GH, foto en IEB)), especie descrita de

Chihuahua, pero colectada también en Coahuila, Nuevo León, Arizona y Texas. Es probable que estos dos taxa estén intimamente relacionados entre sí, pues además de numerosos rasgos de las partes vegetativas, comparten el carácter de la corola notablemente angosta y alargada, que no se presenta en los demás miembros conocidos de *Polemonium* (Davidson, 1950).

P. melindae se distingue de *P. pauciflorum* en sus corolas más grandes, tanto en longitud, como sobre todo en anchura, así como en el color de las mismas que es amarillo claro y a veces con toques de morado en el primero, mientras que en el segundo es amarillo con algo de rojo. Una diferencia adicional se observa en el ancho de los lóbulos del cáliz, que son angostamente triangulares en *P. melindae* y linear-atenuados en *P. pauciflorum*.

Las dos especies parecen ser simpátricas en la parte central de la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, pero otras porciones de sus áreas conocidas de distribución no son coincidentes.

El nombre de la planta honra la memoria de la recién y prematuramente desaparecida Dra. Melinda F. Denton, ameritada botánica norteamericana, a quien se deben importantes contribuciones al conocimiento de la flora de México. Melinda fue la primera en colectar este *Polemonium* dentro del área de la Flora del Bajío y de regiones adyacentes.

LITERATURA CITADA

Bentham, G. 1845. Polemoniaceae. In: DC. Prodr. 9: 302-322.

Brand, A. 1907. Polemoniacae. Pflanzenr. IV, 250: 1-203.

Davidson, J. F. 1950. The genus *Polemonium* (Tournefort) L. Univ. Calif. Publ. Bot. 23(5): 209-282.

Gibson, D. G. 1970. Polemoniaceae. In: Flora of Guatemala. Fieldiana: Bot. 24(9): 85-97.

Nash, D. L. 1979. Polemoniaceae. Flora de Veracruz 7: 1-27.

Standley, P. C. 1914. A revision of the genus *Cobaea*. Contr. U. S. Nat. Herb. 17: 448-458.

Standley, P. C. 1924. Polemoniaceae. In: Trees and shrubs of Mexico. Contr. U. S. Nat. Herb. 23(4): 1208-1213.

Wherry, E. T. 1966. Polemoniaceae. Flora of Texas 1: 283-321.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:63-71

ESTUDIO TAXONOMICO DE CUATRO ESPECIES DE ENCINO (*QUERCUS*) DESCRITAS POR WARBURG

MA. DE LOURDES AGUILAR ENRIQUEZ

Y

SILVIA ROMERO RANGEL

Herbario de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado Postal 314
54090 Tlalnepantla, Edo. de México, México

RESUMEN

Se determinaron como sinónimos de *Quercus hintonii* Warb. a *Q. apiophylla* Warb., *Q. ochroestes* Warb. y *Q. sagata* Warb., con base en el análisis de las descripciones originales, fototipos y ejemplares existentes en los herbarios. Además se realizaron observaciones de las poblaciones y colectas de ejemplares en las localidades tipo.

ABSTRACT

Q. apiophylla Warb., *Q. ochroestes* Warb. and *Q. sagata* Warb. were determined as synonyms of *Q. hintonii* Warb. on the basis of analysis of original descriptions, phototypes, and specimens in the herbaria; furthermore, observations of populations and collections of specimens were done in the type localities.

INTRODUCCION

Durante el desarrollo del proyecto "Encinos del Estado de México" se tuvo dificultad en la determinación de algunos ejemplares de este género colectados en el suroeste de la entidad, principalmente en los municipios de Tejupilco y Temascaltepec. Después de consultar la bibliografía existente (Martínez, 1954) observamos que los especímenes colectados tienen afinidad con *Quercus hintonii*, *Q. sagata*, *Q. ochroestes* y *Q. apiophylla*. Estas especies resultan difíciles de distinguir entre sí, lo que nos llevó a la necesidad de esclarecer su situación taxonómica y nomenclatural.

Warburg (1939) describió ocho especies de encinos con base en material colectado por G. B. Hinton de 1931 a 1939 en diferentes localidades del Estado de México y depositado en el Herbario de Kew, Inglaterra, a mencionar: *Quercus paradifolia*, *Q. platyphylla*, *Q. atriglans*, *Q. dolichopus*, *Q. hintonii*, *Q. apiophylla*, *Q. ochroestes* y *Q. sagata*. Las primeras cuatro han sido consideradas por Muller y McVaugh (1972) como sinónimos de los siguientes taxa:

1. *Quercus elliptica* Née, An. Ci. Nat. 3: 278. 1801. *Q. paradifolia* Warb., Kew Bull. 1939: 92. 1939.
2. *Quercus magnoliifolia* Née, An. Ci. Nat. 3: 268. 1801. *Q. platyphylla* Warb., Kew Bull. 1939: 85. 1939.
3. *Quercus obtusata* Humb. & Bonpl., Pl. Aequinoct 2: 76.1809. *Q. atriglans* Warb., Kew Bull. 1939: 88. 1939.
4. *Quercus peduncularis* Née, An. Ci. Nat. 3: 270.1801. *Q. dolichopus* Warb., Kew Bull. 1939: 87. 1939.

Las cuatro especies restantes son el objeto de este estudio.

METODOLOGIA

Se consultaron los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del Instituto de Biología (MEXU), de la Comisión Exploradora del Estado de México (CODAGEM), del Herbario Nacional Forestal (INIF) y de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (IZTA). Se obtuvieron del Herbario Kew en Inglaterra las descripciones originales y fotografías de los tipos, estas últimas se encuentran depositadas en el Herbario Nacional Forestal (INIF).

Se visitaron los sitios referidos por Warburg (1939) para observar las poblaciones de encinos y colectar material, mismo que también se obtuvo de otras localidades cercanas en los municipios de Tejupilco, Amatepec, San Simón de Guerrero, Sultepec y Tlatlaya. Estos ejemplares se encuentran depositados en los herbarios de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (IZTA), de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y del Instituto de Biología (MEXU).

RESULTADOS Y DISCUSION

La consulta de los herbarios reveló que dos de las especies en estudio, *Quercus apiophylla* y *Q. ochroestes*, no estaban representadas en los mismos. También se encontró que unos ejemplares de *Q. hintonii* con hojas de borde entero estaban determinados como *Q. dysophylla* y otros, con hojas de borde dentado, lo estaban como *Q. crassifolia*. Estas tres especies se distinguen por los caracteres señalados en el Cuadro 1.

La comparación de las descripciones originales muestra que no existen diferencias claras entre las cuatro especies (Cuadro 2). Además, el análisis de los fototipos indica semejanza entre las especies estudiadas en cuanto a las características de hoja, fruto y lo que se puede percibir del aspecto general de la pubescencia.

Cabe observar que el espécimen correspondiente al tipo de *Q. ochroestes* Warb. se había determinado primeramente como *Q. candicans* Née, quizás porque el tomento de sus ramas jóvenes es parecido al de esta especie. Ejemplares con el mismo aspecto que el tipo fueron colectados por *S. Romero*, *L. Aguilar* y *C. Rojas* bajo los números *3213*, *3218* (IZTA).

Una situación similar se presentó en el tipo de *Q. sagata* Warb., pues en un principio se había identificado como *Q. fournieri* Trel.; actualmente *Q. fournieri* se considera sinónimo de *Q. dysophylla*.

Cuadro 1. Caracteres distintivos entre *Q. hintonii*, *Q. crassifolia* y *Q. dysophylla*.

	Q. hintonii	*Q. crassifolia*	*Q. dysophylla*
Forma de la hoja	ovada, lanceolada o elíptica	obovada	ovada, lanceolada o elíptica
Borde de la hoja	entero o dentado	dentado	entero
Largo de los peciolos	0.7-2.9 mm	6-15 mm	4-7 mm
Epidermis de la hoja	lisa	ampulosa	ampulosa
Tamaño de los pelos del envés (mm)	1.5	1.0	0.5
Forma de la cúpula	pateliforme a poculiforme	hemisférica	hemisférica
Apice de las escamas de las cúpulas maduras	agudo	redondeado	redondeado
Forma de la bellota	globosa a comprimida	ovoide	ovoide
Altitud (m s.n.m.)	1300-1950	1900-3000	1900-2900
Distribución	Mich. Méx.	S.L.P. Qro. Hgo. Mich. Méx. Tlax. Mor. Pue. Ver. Oax. Gro.	S.L.P. Jal. Qro. Hgo. Mich. Méx. Tlax. Mor. Pue. Ver. Chis.

Durante las visitas realizadas a los sitios que cita Warburg vimos que éstos son similares entre sí en cuanto a altitud así como a la cubierta vegetal, en su fisonomía, especies dominantes y asociadas.

Llamó la atención la amplia variación morfológica en los individuos del encino en cuestión de distintas edades, por ejemplo en los muy jóvenes las hojas son completamente glabras y suborbiculares y los troncos rugosos, en tanto que en los adultos las hojas presentan tomento abundante, su forma tiene gran variación y el tronco posee placas cuadrangulares.

También observamos que las hojas de renuevos y de algunas ramas que crecen a distintas alturas de tallos maduros de la especie estudiada son parecidas a las que se presentan en individuos jóvenes con tallas de 30 cm a 2 m de alto. Esta variabilidad en los caracteres morfológicos es la que se aprecia en las descripciones originales de las cuatro entidades y es la que Warburg utilizó para diferenciarlas.

Cuadro 2. Comparación de los caracteres morfológicos de las cuatro especies en estudio con base en sus descripciones originales.

	Q. hintonii	*Q. apiophylla*	*Q. ochroestes*	*Q. sagata*
Diámetro de ramillas (mm)	3-4	2-3	3	2-3
Pubescencia de ramillas	estrellado-tomentosa	amarillento-tomentosa	tomentosa	estrellado-tomentosa
Forma de yemas	ovoides, agudas a obtusas	globosas-ovoides, obtusas	ovoides-cónicas	ovoides
Tamaño de yemas (mm)	3-4	1-2	3	hasta 5
Forma de hojas	lanceoladas a ovado-lanceoladas	ovadas	obovadas	ovado-lanceoladas
Largo de hojas (cm)	9-18	6.5-9.5	7-9	8-10.5
Ancho de hojas (cm)	3-5.5	2.5-3.8	3.5-4	2-3.5
Apice de hojas	agudo a acuminado	largamente acuminado	acuminado a mucronado	agudo-mucronado
Base de hoja	redondeada a cuneada	redondeada a subcordada	cordada	redondeada a cordada
No. de nervaduras de cada lado de la hoja	10	8	10	10-13
Tomento en el haz	ausente, excepto nervios	ausente	ausente	ausente, excepto la base de nervadura central
Pubescencia en el envés de la hoja	densamente lanoso-tomentoso	densamente-estrellado	densamente-estrellado	densamente lanuginoso-estrellado
Forma de cúpula	pateliforme	poculiforme	poculiforme	poculiforme
Diámetro de cúpula (cm)	1.5	1.5	1.7	1.5
Profundidad de cúpula (cm)	5	------	8	------
Escamas	triangulares	triangular-ovadas	triangulares	obtusas
Forma de bellota	globoso-ovoide	globoso-ovoide	globosa, aplanada	globoso-cilíndrica
Apice de bellota	agudo	redondeado, umbonado	plano, apenas umbonado	plano, umbonado
Tamaño de bellota (cm)	1.5 de alto	1.5 de alto	1.5 de alto	---

La falta de rasgos convincentes que separen a *Quercus apiophylla*, *Q. ochroestes*, *Q. sagata* y *Q. hintonii* nos hace pensar que todos corresponden a variantes de una sola especie, para la cual se propone este último binomio, conforme al artículo 57 del Código Internacional de Nomeclatura Botánica, Greuter et al. (1988), en donde se determina que el autor que primero reúne táxones portadores de nombres publicados con la misma fecha tiene derecho a elegir entre ellos. También se propone incluir a *Q. hintonii* en la serie *Crassifoliae* (Trelease, 1924) debido a su afinidad con *Q. crassifolia* y *Q. dysophylla*.

Quercus hintonii Warb., Kew Bull. 1939: 91. 1939. Tipo: MEXICO. México: Distrito de Temascaltepec, Nanchititla, julio de 1934, *Hinton 6359* (K). *Q. apiophylla* Warb., Kew Bull. 1939: 95. 1939. Tipo: MEXICO. México: Distrito de Temascaltepec, Berros, septiembre de 1934, *Hinton 6568* (K). *Q. ochroestes* Warb., Kew Bull. 1939: 94. 1939. Tipo: MEXICO. México: Mina de Agua, septiembre de 1934, *Hinton 6576* (K). *Q. sagata* Warb., Kew. Bull. 1939: 90. 1939. Tipo: MEXICO. México: Distrito de Temascaltepec, Cuentla, septiembre de 1934, *Hinton 6577* (K).

Arbol caducifolio, hasta de 15 m de alto; tronco de 30-50 cm de diámetro, corteza con placas cuadrangulares, en individuos muy jóvenes es rugosa; ramillas jóvenes de 1-4 mm de diámetro, con abundante tomento blanco-amarillento de pelos estrellados que se reduce y ennegrece con el tiempo, lenticelas blancas, de 0.5-1 mm, más notorias en ramas viejas; yemas ovoides, de color castaño oscuro, de 1-8 mm de largo, con escamas coriáceas y pilosas; estípulas oblanceoladas, de 9-13 mm de largo, membranosas, pilosas en márgenes y base, deciduas; hojas jóvenes con abundante tomento rojizo que cambia a amarillo en la madurez, coriáceas, lanceoladas, ovado-lanceoladas, obovadas o elípticas, de 5-21 cm de largo y de 3-10 cm de ancho; ápice aristado, corta a largamente acuminado; base obtusa, redondeada, cordada o aguda, con frecuencia asimétrica; margen entero o aristado, muchas veces dentado, revoluto, con 7 o menos aristas en cada lado, es frecuente que éstas se presenten en un solo lado; las nervaduras se prolongan hasta las aristas, 6-14 en cada lado, rectas o ligeramente arqueadas, ascendentes, ramificándose en el borde; haz verde claro, lustroso, glabro excepto en la base y en la nervadura central, en hojas inmaduras es rojizo a verde oscuro, con abundante tomento formado por pelos estrellados y simples glandulares, con la madurez la pubescencia disminuye en cantidad y cambia de rojiza a blanco-amarillenta; nervadura central a veces algo elevada, nervaduras primarias y secundarias impresas; envés lanoso-tomentoso, con pelos estrellados de aproximadamente 1.5 mm de largo, con las ramas entrelazadas, epidermis lisa, con abundantes pelos simples glandulares, de color ámbar, el tomento cambia de blanco, en hojas jóvenes, a amarillo, en las maduras, nervaduras conspicuamente elevadas; pecíolo de 0.7-2.9 cm de largo y de 1-2 mm de ancho, lanoso-tomentoso, con frecuencia más ancho en la base; amentos masculinos de 3-10 cm de largo con muchas flores, raquis con abundante tomento, perianto pubescente de 1-2 mm de largo y de 2-3 mm de diámetro, amarillento, con frecuencia los bordes son rojos, estambres 6-7, exsertos, anteras oblongas, glabras, apendiculadas, de 1-1.5 mm de largo y 1 mm de ancho, con frecuencia rojizas, filamentos hasta de 2 mm de largo; amentos femeninos de 1-14 cm de largo, con 1-6 flores, raquis pubescente; perianto de 2 mm de largo y 1.5 mm de ancho, amarillento; estigmas 3-4, espatulados, de color rojo oscuro; frutos 1-4 en pedúnculos de 6-7.5 mm; cúpula poculiforme a pateliforme, de 10-14 mm de diámetro, de 4-7 mm de alto, escamas laxas con ápices

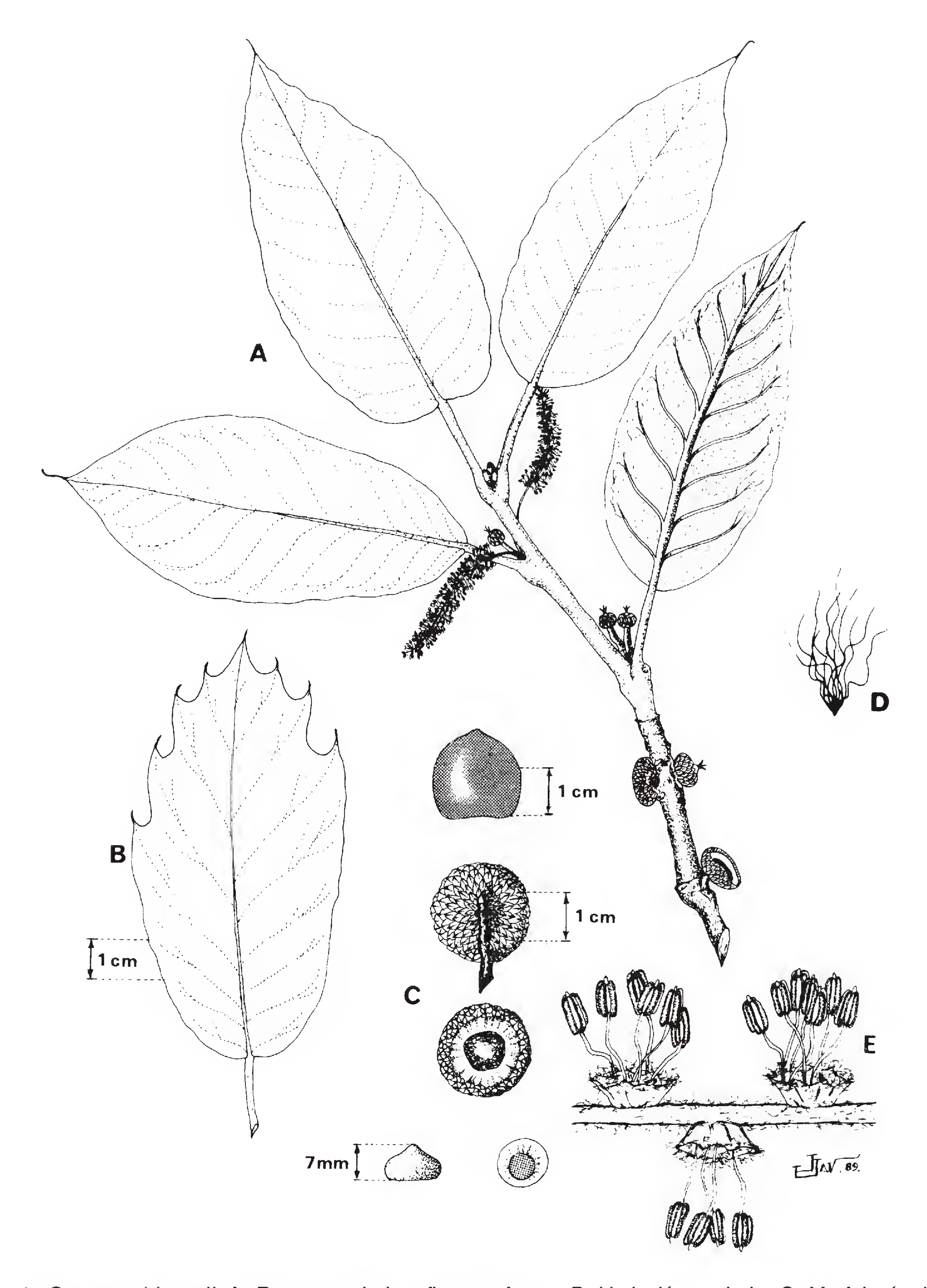


Fig. 1. *Quercus hintonii*. A. Rama con hojas, flores y frutos; B. Variación en hoja; C. Morfología de fruto; D. Pelos del envés de la hoja; E. Flores masculinas.

agudos de color castaño, pubescentes; bellota globosa a comprimida, de 6-15 mm de largo, de 9-13 mm de diámetro con el ápice plano a umbonado (Fig. 1). Florece en marzo y fructifica de junio a octubre.

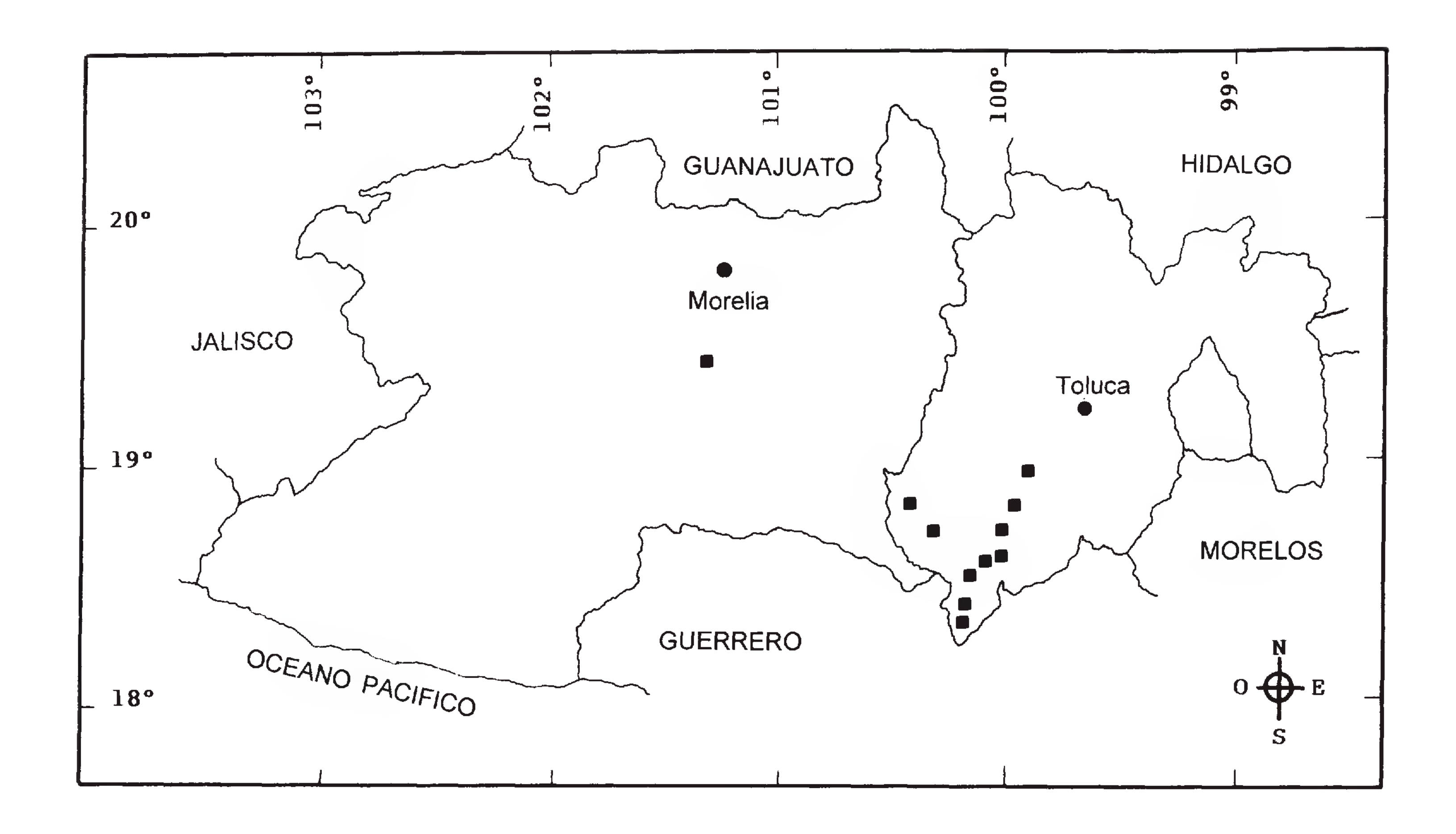
Material adicional examinado: MEXICO. México. Mpio. Amatepec, 4 km al S de Amatepec, *Pineda R. 1052* (INIF); Mpio. Amatepec, Clachichilpan 7 km al NE, *Pineda R. 1048* (INIF); Mpio. Amatepec y cercanías, *Matuda & Col. 29823* (CODAGEM); Mpio. San Simón de Guerrero, Mina de Agua, *Rojas & Romero 3605* (ENCB, IZTA); Mpio. San Simón de Guerrero, Los Berros Cuentla, *Rojas & Romero 3606* (IZTA, ENCB); Mpio. San Simón de Guerrero, km 83 Toluca-San Diego Cuentla, *Rojas, Romero & Aguilar 3218* (ENCB, IZTA); Mpio. Sultepec, km 25 carretera a San Miguel Totolmoloya, *Torres Z. 575* (IZTA); Mpio. Tejupilco, alrededores de la población de Tejupilco, *Rzedowski 30302* (INIF); Mpio. de Tejupilco, 5 km al NE de Palos Prietos, *Pineda R. 1044* (INIF); Mpio. Tejupilco, 5 km al SW de Nanchititla, *González M. 5026, 5049* (MEXU); Mpio. Tejupilco, Cerro de Nanchititla, *Arcia s.n.* (IZTA); Mpio. Tejupilco, Peña Bonita, *González M. 5399, 5444, 5447* (MEXU); Mpio. Tejupilco, Potrero Chico, *González M. 5436, 5448* (MEXU); Mpio. Tejupilco, Reserva Ecológica de Nanchititla, *Jiménez F. 318* (IZTA); Mpio. Tejupilco, Los Cuervos, *Rojas & Romero 3604* (ENCB, IZTA); Mpio. Temascaltepec, km 70 Carr. Federal 134, *Rojas & Romero 3400* (ENCB, IZTA); Mpio. Temascaltepec, Chorrera, *Hinton 6199* (ENCB); Mpio. Temascaltepec, Pantoja, *Hinton 6225* (ENCB); Mpio. Temascaltepec, 5 km al SW de Temascaltepec, sobre la carretera a Tejupilco, *Rzedowski 20829* (INIF); Mpio. Tlatlaya, Tlatlaya y cercanías, *Matuda & Col. 29825, 29827, 31588*, (CODAGEM). Michoacán. Mpio. Villa Madero, sin localidad, ladera de Cerro, *X. Madrigal 3140* (INIF).

Distribución y habitat: Estado de México: Municipios de Tejupilco, Temascaltepec, San Simón de Guerrero, Amatepec, Sultepec y Tlatlaya. Estado de Michoacán: Municipio de Villa Madero (Fig. 2). Se le encuentra en bosques de encino-pino con suelos rojizos, especies dominantes de estas comunidades son *Quercus magnoliifolia*, *Q. hintonii* y *Pinus oocarpa*; otros árboles asociados son *Pinus pringlei*, *Clethra mexicana* y *Juniperus flaccida*. En altitudes de 1300-1950 m s.n.m.

Nombre popular y usos: A esta especie se le llama encino prieto y se emplea localmente para la elaboración de mangos de herramientas, vigas, postes de cercas, y bancos rústicos, así como para leña. Podría utilizarse para fabricar duelas de parquet lambrín, muebles, durmientes, pilotes para minas y barricas (Arcia, 1979).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras deseamos expresar nuestro agradecimiento al Biól. Luciano Vela Gálvez por su ayuda en la adquisición de los fototipos y las descripciones originales de las especies en estudio. Al Dr. J. Rzedowski por sus valiosas recomendaciones y sugerencias al presente trabajo. A la M. en C. Judith Espinosa por la revisión y observaciones al manuscrito. Al M. en C. Carlos Rojas Zenteno por su apoyo en la colecta del material botánico y sus sugerencias. Al M. en C. José Jaime Avila V. y al Biól. Martín Orozco V. por la elaboración de las ilustraciones.



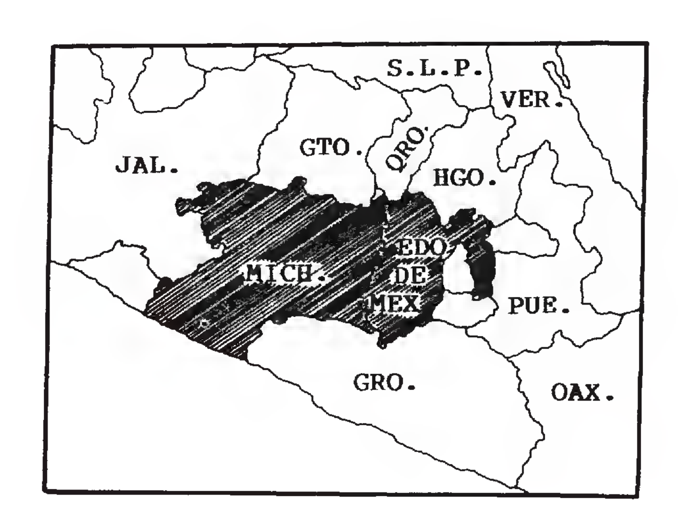


Fig. 2. Distribución geográfica de *Quercus hintonii*.

LITERATURA CITADA

Arcia, G. 1979. Anatomía y características físicas de la madera de tres encinos del Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 75 pp.

Greuter, W., H. M. Burdet, W. G. Chaloner, V. Demoulin, R. Grolle, D. L. Hawks-Worth, D. H. Nicholson, P. C. Silva, F. A. Stafleu, E. G. Voss & J. McNeill. 1988. International code of botanical nomeclature. Koeltz Scientific Books. Konigstein. pp. 58-60.

Martínez, M. 1954. Los encinos del Estado de México. Comisión Botánico Exploradora del Estado de México. Gobierno del Estado de México, Dirección de Agricultura y Ganadería. Toluca, México. 77 pp.

Muller, C. H. y R. McVaugh. 1972. The oaks (*Quercus*) described by Née (1801), with comments on related species. Contr. Univ. Mich. Herb. 9(7): 507-522.

Trelease, W. 1924. The American oaks. Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 38.

Warburg, E. 1939. The genus *Quercus*. “Plantae Mexicanae Hintonianae”. Kew Bull. Misc. Inf. 1939: 84-95.

Acta Botánica Mexicana (1995), 31:73-84

DIVERSIDAD FLORISTICA DE LOS PETENES DE CAMPECHE

RAFAEL DURAN GARCIA

Centro de Investigación Científica de Yucatán
Apartado Postal 87, Cordemex, Mérida
97310, Yucatán, México

RESUMEN

En el presente trabajo se discute brevemente el uso de distintos índices y modelos teóricos en el estudio de la riqueza florística, la diversidad y la distribución de abundancias de las especies en las comunidades vegetales.

Se ensaya la aplicación de estas herramientas descriptivas en cuatro comunidades insulares de vegetación selvática (petenes) del noroeste del estado de Campeche.

Se plantea el uso de los números propuestos por Hill como mejores indicadores de la diversidad.

Los resultados indican que la dominancia disminuye y la diversidad se incrementa conforme aumenta el tamaño de los petenes.

En cuanto a la distribución de abundancias, los petenes parecen ajustarse al modelo de Motomura, lo que apoyaría la idea de que son comunidades que se encuentran en distintos estadios de un proceso sucesional.

ABSTRACT

The use of several indices and theoretical models for the study of floristic diversity, species abundance and species richness is discussed.

These descriptive methods are applied to four patches of tropical vegetation known as hammocks or “petenes” in NW Campeche state, Mexico.

It is suggested that the Hill index best indicates vegetation diversity.

The results show that dominance decreases as island size and diversity increase.

The distributions of species abundance conform to Motomura’s model, suggesting that these communities represent different successional stages.

INTRODUCCION

Los estudios ecológicos a nivel de las comunidades naturales se han centrado, durante mucho tiempo, en el aspecto descriptivo de las mismas, empleando un conjunto de criterios que van desde las caracterizaciones fisonómicas cualitativas hasta el uso de diversos índices de riqueza, diversidad, distribución espacial, etc.

La forma más simple de caracterizar cuantitativamente a una comunidad es mediante el conteo del número de especies presentes. Esta medida se conoce como “Riqueza de Especies” y en ocasiones ha sido utilizada como un indicador de la diversidad.

Por medio de otros métodos, se ha intentado evaluar la importancia de cada una de las especies que se presentan en la comunidad. Siguiendo distintos criterios, se han empleado parámetros como son la biomasa, la cobertura, el área basal, la densidad y la constancia con que se presenta cada especie. Según Whittaker (1972), cualquiera de éstos puede ser usado como valor de importancia, dependiendo de qué parámetro considere el autor como el más importante. Algunos investigadores proponen el empleo de índices que combinan varios de estos parámetros, como es el Valor de Importancia Relativa (VIR) de Curtis (1959), el cual consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia.

Otros métodos intentan evaluar la heterogeneidad de las comunidades a través de un concepto dual, que involucra tanto la riqueza de especies como la abundancia de cada una de éstas. Así se ha generado un conjunto de "Indices de Diversidad o Heterogeneidad" (Shannon-Wiener, Simpson, Brillouin, etc.), que son sensibles en distintos grados a uno u otro de los parámetros (Peet, 1974; Hill, 1973). Al aplicar estos índices se obtienen como resultado cifras logarítmicas difíciles de interpretar, por lo que Hill (1973) propone algunas modificaciones con el fin de brindar una información más clara en términos de "especies aparentes" en la comunidad, eliminando así las expresiones logarítmicas.

Un método gráfico que consiste en ordenar a las especies en rangos de mayor a menor, considerando la abundancia de cada una, nos muestra una imagen de la curva que une las abundancias de las mismas. Estas gráficas nos brindan información acerca del nivel de dominancia que se presenta en la comunidad y se conocen como "Curvas de Distribución de Abundancias" (Pielou, 1975). Algunos otros autores las han denominado "Curvas de Dominancia-Diversidad" (Whittaker, 1972; Bazzaz, 1975; Peet, 1974). Las gráficas pueden ser elaboradas considerando como indicador de la abundancia (p_i) cualquier parámetro como cobertura, biomasa y densidad, incluso el Valor de Importancia (VIR).

El presente trabajo tiene como objetivo central evaluar y discutir brevemente los métodos mencionados, tomando como ejemplo cuatro comunidades insulares (petenes) localizadas en el estado de Campeche, México. Al mismo tiempo se pretende mediante este ensayo, hacer una breve aproximación del análisis del comportamiento de las islas de vegetación, con relación al número de especies que pueden sostener, su diversidad (medida a través de varios índices) y a sus curvas de dominancia. Por último se pretende ajustar un modelo teórico que nos permita plantear algunas hipótesis.

COMUNIDADES DE ESTUDIO

Los petenes son pequeñas "islas" de vegetación arbórea, principalmente de selva mediana perennifolia y subperennifolia y de manglar, que se encuentran inmersas en medio de amplias zonas inundables de tipo pantanoso, conocidas como "marismas" (Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982; Olmsted et al., 1983). Estas marismas están constituídas en esencia de pastizales y manglares enanos fuertemente influenciados por los movimientos de las aguas del mar. Los petenes se distribuyen en todo el borde de la Península de Yucatán, pero son particularmente abundantes en la porción centro oriental de Quintana Roo y en el noroeste del estado de Campeche.

Por su condición insular, su tamaño pequeño y por las condiciones limitantes que imperan en ellas, las comunidades vegetales presentes en los petenes son relativamente sencillas, en cuanto al número de especies y a su estructura (Durán, 1987). Estas características nos brindan la oportunidad de ensayar allí, el comportamiento de distintos índices empleados en la descripción de las comunidades y explorar acerca de la sensibilidad de cada uno de éstos, a los cambios en el número de especies vegetales que se presentan y en la abundancia de las mismas.

METODOLOGIA

Este trabajo se centra en el análisis de los petenes del estado de Campeche. Durán (1987) describe con detalle la vegetación de estas islas y son los datos relativos a los árboles de dicho trabajo los que serán retomados para el presente ensayo. Los petenes aquí analizados corresponden a los números 3, 4, 5 y 6 de Durán (1987).

En cada uno de los petenes seleccionados se estableció un cuadro de muestreo de 800 m^2 (40 x 20 m), que se subdividió en 8 subcuadros de 100 m^2 cada uno. Se censó a todos los individuos enraizados dentro de los límites marcados.

La categorización de los organismos muestreados se hizo en forma artificial, considerando como árbol a todo individuo mayor o igual a 3 m de altura y como arbusto a aquellos entre 60 cm y 2.99 m. Las plántulas y hierbas menores de 60 cm no fueron consideradas.

Con la información recopilada se determinaron los valores de importancia mediante el método de Curtis (1959). Para cada petén se calculó la riqueza de especies arbóreas, la diversidad florística (según los índices de Shannon-Wiener y de Simpson) y el valor de equidad. Se realizó la transformación de estos índices, obteniendo los llamados números de Hill. Se generó una curva de abundancia-diversidad para todas las comunidades y a cada una de éstas se le ajustaron, además, los modelos teóricos de Motomura y de MacArthur (ver Pielou, 1975).

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra algunas de las características de los petenes seleccionados en el presente estudio y los valores de diversidad obtenidos mediante el uso de los distintos índices para la comunidad arbórea de cada uno. Cabe señalar que el tamaño de los petenes aumenta del número 1 al 4.

En cuanto a la riqueza florística y considerando que se trata de asociaciones vegetales de tipo selvático, se observa que todas las comunidades presentan un reducido número de especies arbóreas y que el petén 2 resultó ser el más pobre.

Por otra parte, se muestra que los "números de especies aparentes" obtenidos mediante el método de Hill (1973), a partir de los índices de Shannon-Wiener (N_1) y de Simpson (N_2), se comportan de manera distinta a la riqueza florística. Con los primeros, se obtiene una menor diversidad para el petén 1, ya que ambos índices consideran tanto el número de especies presentes, como la distribución de abundancia de las mismas, la cual ha sido estimada a través del valor de equidad (E). La figura 1 muestra en forma gráfica

Cuadro 1. Algunas características de los petenes y sus valores de diversidad.

Petén	Distancia del mar	Diámetro	Area	N_0	N_1	N_2	E
Petén 1	4969 m	280 m	6.16 ha	11	2.88	2.17	0.44
Petén 2	4640 m	320 m	8.04 ha	8	3.28	2.52	0.57
Petén 3	11440 m	400 m	12.56 ha	12	4.27	2.92	0.58
Petén 4	8800 m	560 m	24.63 ha	12	6.88	5.39	0.77

N_0 = Riqueza florística.
N_1 = Antilog H' (según Shannon-Wiener)
N_2 = 1/H (Inverso del índice de Simpson)
E = Indice de Equidad (H'/H max.)

esta diferencia. Se puede apreciar que los índices de Shannon-Wiener y de Simpson manifiestan una marcha muy similar y varían de forma esencialmente paralela, en tanto que la riqueza florística (N_0) lo hace de manera muy diferente.

Es necesario hacer notar que la diferencia entre los valores de diversidad de los petenes 2 y 3 se debe en esencia al incremento en el número de especies, pues el monto de equidad en ambos es muy similar. Cabe advertir que este cambio se manifiesta más fuertemente bajo el índice de Shannon-Wiener. Por el contrario, la diferencia entre los valores de diversidad de los petenes 3 y 4 se debe exclusivamente a la distribución de abundancias, ya que el número de especies permanece constante. Los números obtenidos con el empleo de ambos índices se modifican de forma similar, pero en este caso el cambio se presenta más acentuado bajo el de Simpson.

Por último, se aprecia que al aumentar el tamaño de los petenes se incrementa la diversidad de sus árboles. Estableciendo una regresión entre el área y la diversidad, se obtienen valores significativos en el coeficiente correspondiente.

El cuadro 2 presenta los valores de importancia de las especies de cada petén, de acuerdo con el índice combinado propuesto por Curtis (1959). Se detallan además los valores de densidad, frecuencia y área basal relativos que están involucrados.

Si se determinara el valor de importancia de las especies considerando por separado cada uno de estos parámetros, el orden jerárquico encontrado diferiría notablemente en función del parámetro que se utilice. Es decir, que el orden resultante al considerar únicamente la densidad sería muy distinto al que se obtiene si se emplea el área basal y ambos diferirían del encontrado al utilizar el índice combinado.

La figura 2 muestra las curvas de dominancia-diversidad que resultan al considerar como estimadores de la abundancia (p_i) a los distintos parámetros antes mencionados, tomando como ejemplo para ello al petén 1. Se observa que, además de los cambios en el orden jerárquico, las curvas de dominancia que se obtienen bajo el uso de los distintos parámetros difieren notablemente.

En función de estos problemas, se decidió utilizar el índice de Curtis para generar las curvas de dominancia-diversidad de las cuatro comunidades (Fig. 3). Cada una de éstas se comparó con una curva teórica según el modelo de Motomura (citado en Pielou, 1975)

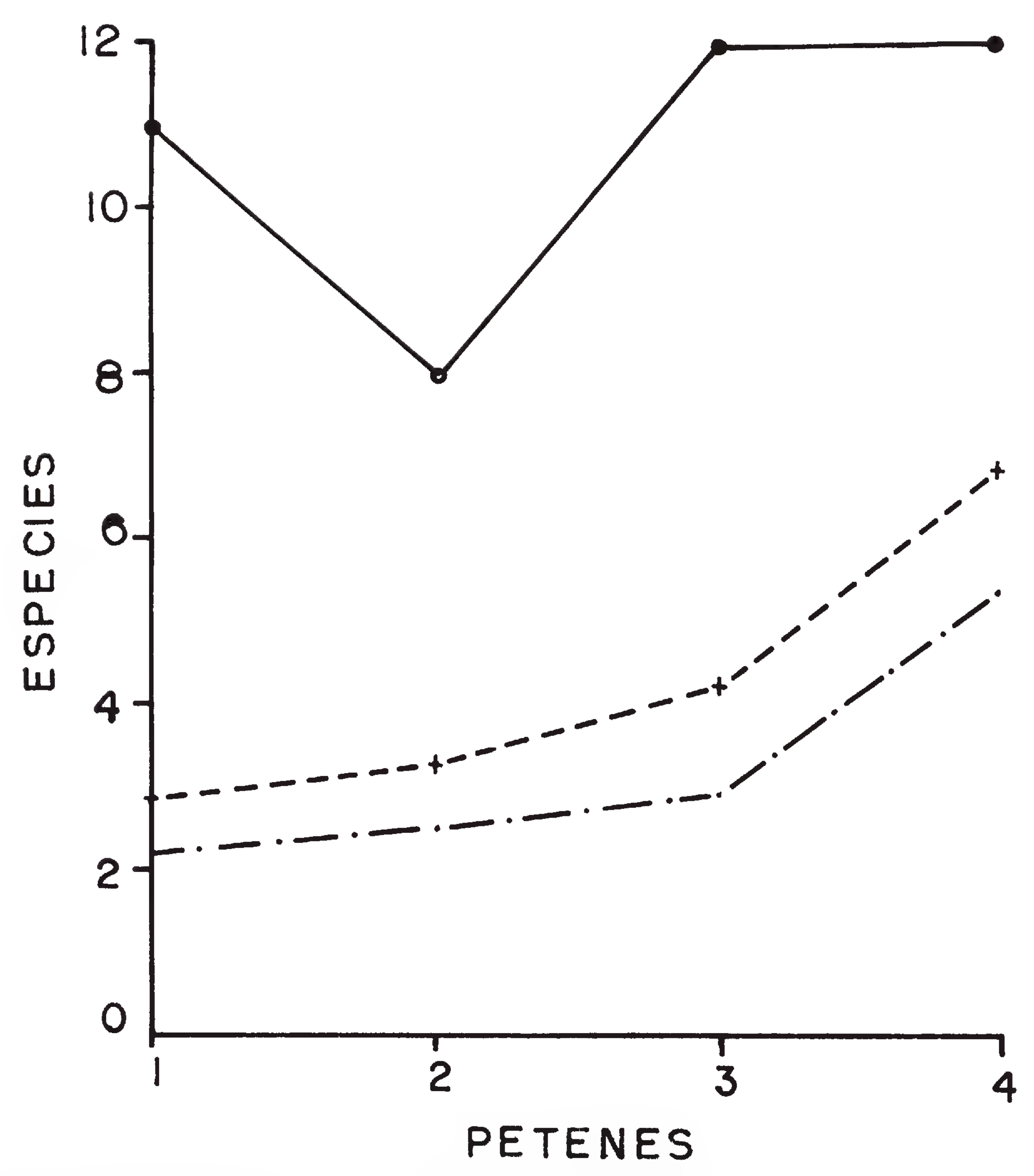


Fig. 1. Comportamiento de los índices de diversidad en los petenes. Riqueza florística (—); N_1 Shannon-Wiener (---); N_2 Simpson (-·-·).

y se utilizó una prueba de “F” para estimar la bondad del ajuste. Los valores resultantes del análisis de varianza fueron altamente significativos (Cuadro 3).

De la misma manera, las curvas de dominancia-diversidad se compararon con un modelo de tipo lineal, mediante un análisis de regresión. En todos los casos el ajuste obtenido con el modelo de Motomura fue más satisfactorio, como muestran los valores de “F” que resultan del análisis. No obstante, se obtuvieron diferencias significativas sólo para los petenes 1, 3 y 4 (Cuadro 3).

Las curvas obtenidas para todas las comunidades se compararon mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov y los resultados se muestran en el Cuadro 4. Se observa que ninguna de las comunidades difiere significativamente de las otras en su patrón de distribución de abundancias.

Cuadro 2. Valores de importancia de las especies en los 4 petenes.

Especies	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Area B. relativa	Valor de importancia
Petén 1				
Sabal yapa	26.84	22.85	35.70	85.39
Bravaisia tubiflora	62.13	20.01	1.40	83.53
Manilkara zapota	5.88	20.01	29.30	55.18
Swietenia macrophylla	1.40	11.40	11.26	24.06
Laguncularia racemosa	0.35	2.80	13.50	16.65
Ficus maxima	0.70	5.70	8.13	14.53
Pisonia aculeata	0.70	5.70	0.17	6.57
Neea psychotrioides	0.70	2.80	0.01	3.51
Annona glabra	0.35	2.80	0.29	3.44
Talisia oliviformis	0.35	2.80	0.18	3.33
Metopium brownei	0.35	2.80	0.01	3.16
Petén 2				
Sabal yapa	32.74	20.01	37.30	90.04
Laguncularia racemosa	4.27	20.01	54.20	78.57
Bravaisia tubiflora	53.38	20.01	1.83	75.21
Ficus maxima	4.27	15.01	1.15	20.42
Annona glabra	2.84	12.50	0.39	15.73
Manilkara zapota	1.06	5.01	1.55	7.62
Ficus tecolutensis	0.70	2.50	3.38	6.58
Neea psychotrioides	0.70	5.01	0.05	5.76
Petén 3				
Bravaisia tubiflora	52.42	19.00	1.06	72.48
Sabal yapa	22.01	19.00	18.53	59.54
Manilkara zapota	12.77	16.60	26.64	56.01
Ficus maxima	1.76	4.76	25.09	31.61
Swietenia macrophylla	1.32	4.76	25.18	31.26
Laguncularia racemosa	3.08	7.10	2.63	12.81
Tabebuia rosea	1.76	9.52	0.06	11.34
Talisia oliviformis	2.20	7.10	0.63	9.93
Annona glabra	1.32	4.76	0.08	6.16
Bursera simaruba	0.44	2.38	0.05	2.87
Ardisia escallonioides	0.44	2.38	0.02	2.84
Diospyros digyna	0.44	2.38	0.02	2.84

Cuadro 2. Continuación.

Especies	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Area B. relativa	Valor de importancia
Petén 4				
Rhizophora mangle	24.32	21.60	30.93	76.85
Sabal yapa	18.92	18.90	17.76	55.58
Manilkara zapota	10.80	13.50	17.92	42.22
Bravaisia tubiflora	27.02	10.80	0.44	38.26
Laguncularia racemosa	3.60	5.40	23.75	32.75
Ficus tecolutensis	5.40	5.40	4.08	14.88
Metopium brownei	2.70	5.40	3.82	11.98
Swietenia macrophylla	1.80	5.40	0.12	7.32
Elaeodendron xylocarpum	1.80	5.40	0.05	7.25
Talisia oliviformis	1.80	2.70	0.95	5.45
Tabebuia rosea	0.90	2.70	0.16	3.76
Dalbergia glabra	0.90	2.70	0.01	3.61

DISCUSION

Los resultados obtenidos mediante el uso de los diferentes índices de diversidad corroboran lo expresado por Hill (1973), y por Peet (1974) en relación a la sensibilidad de cada uno de ellos a los cambios en el número de especies y en la distribución de sus abundancias.

Es claro que la riqueza florística se comporta de manera muy diferente a los otros índices y en definitiva, no puede ser considerada como un medida de diversidad, si entendemos por diversidad, a la heterogeneidad de la comunidad. Es evidente que la riqueza florística depende en gran proporción del tamaño de muestra utilizado (Krebs, 1985).

Los valores obtenidos empleando los índices de Simpson y de Shannon-Wiener (Cuadro 1 y Fig. 1) muestran un comportamiento muy similar a pesar de sus diferencias en sensibilidad. Ya Peet (1974) había mostrado tal paralelismo al usar estos coeficientes en comunidades de aves e indicó que el fenómeno se presenta cuando las comunidades no difieren grandemente en sus patrones de dominancia.

Es importante destacar que los índices, al ser transformados de acuerdo con Hill (1973), dan valores de número de especies aparentes bastante bajos, lo cual sugiere una dominancia muy marcada. Por ejemplo, el petén 1 presenta únicamente 2 ó 3 especies aparentes, a pesar de que existen 11 en la comunidad. Por su parte, el petén 4, con un mayor valor en el índice de equidad, registra 5 a 7 especies aparentes, lo que equivale a la mitad de las que allí se encuentran. Lo anterior muestra, además, que la dominancia disminuye y la diversidad se incrementa conforme aumenta el tamaño del petén.

Es necesario señalar que la preferencia del uso de uno u otro índice depende en gran medida de los objetivos que se persigan en el trabajo. El de Simpson valora fuertemente la distribución de abundancias y esto se puede expresar como el grado de

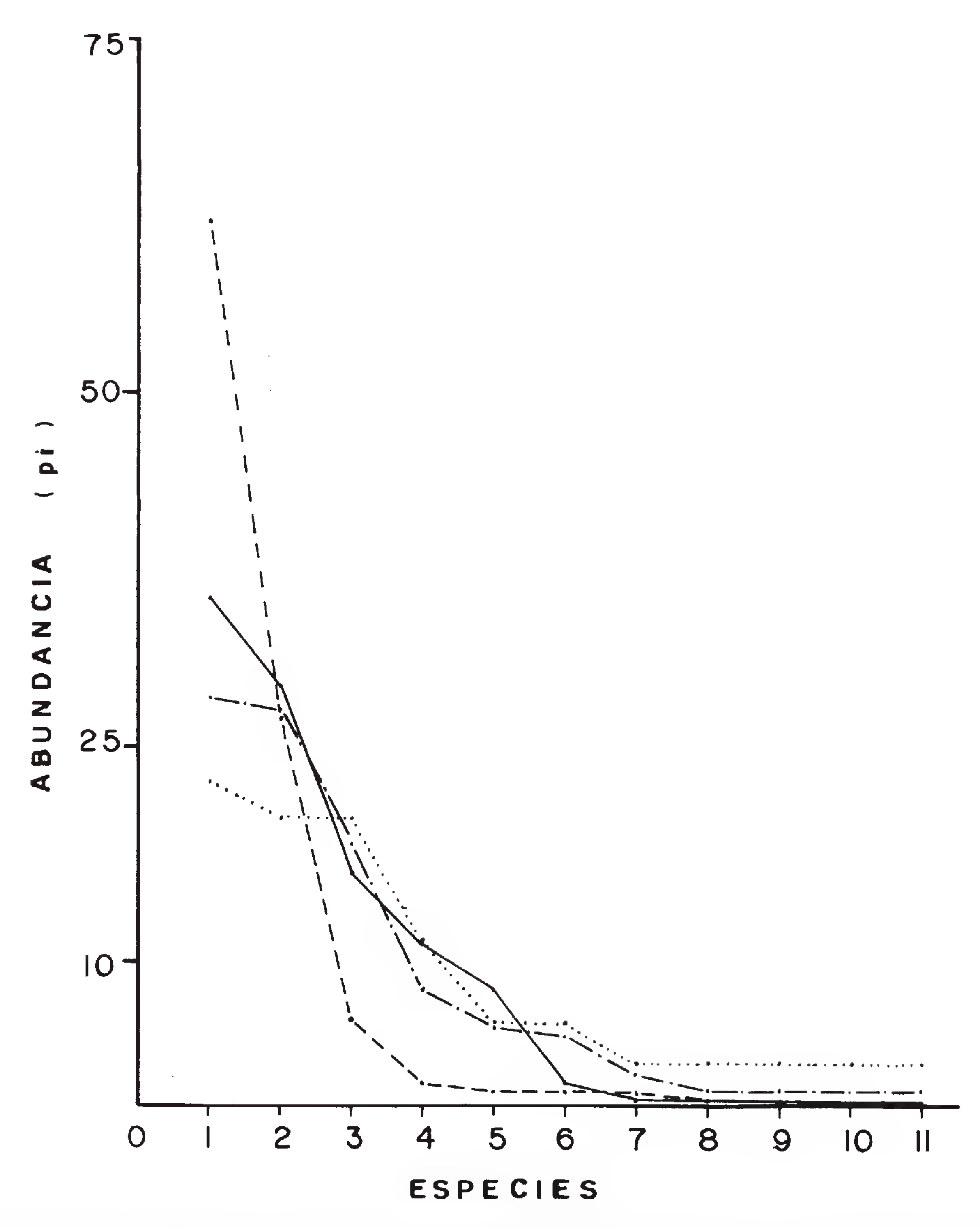


Fig. 2. Curvas de dominancia obtenidas al emplear como estimador de la abundancia a 4 distintas variables. Densidad relativa (---); Area basal rel. (—); Frecuencia rel. (····); Valor de importancia rel. (VIR/3) (·——).

dominancia, en tanto que el de Shannon-Wiener da mayor peso a la riqueza florística, con lo cual la presencia de "plantas raras" puede ser importante.

En comunidades de selva muchas especies de árboles suelen tener una distribución muy dispersa, por lo que son frecuentes a nivel de cuadros de muestreo, pero poco abundantes en cada uno, por lo cual se registran como especies raras. Estas no pueden ser consideradas como ocasionales, ya que a pesar de que el tamaño de sus poblaciones

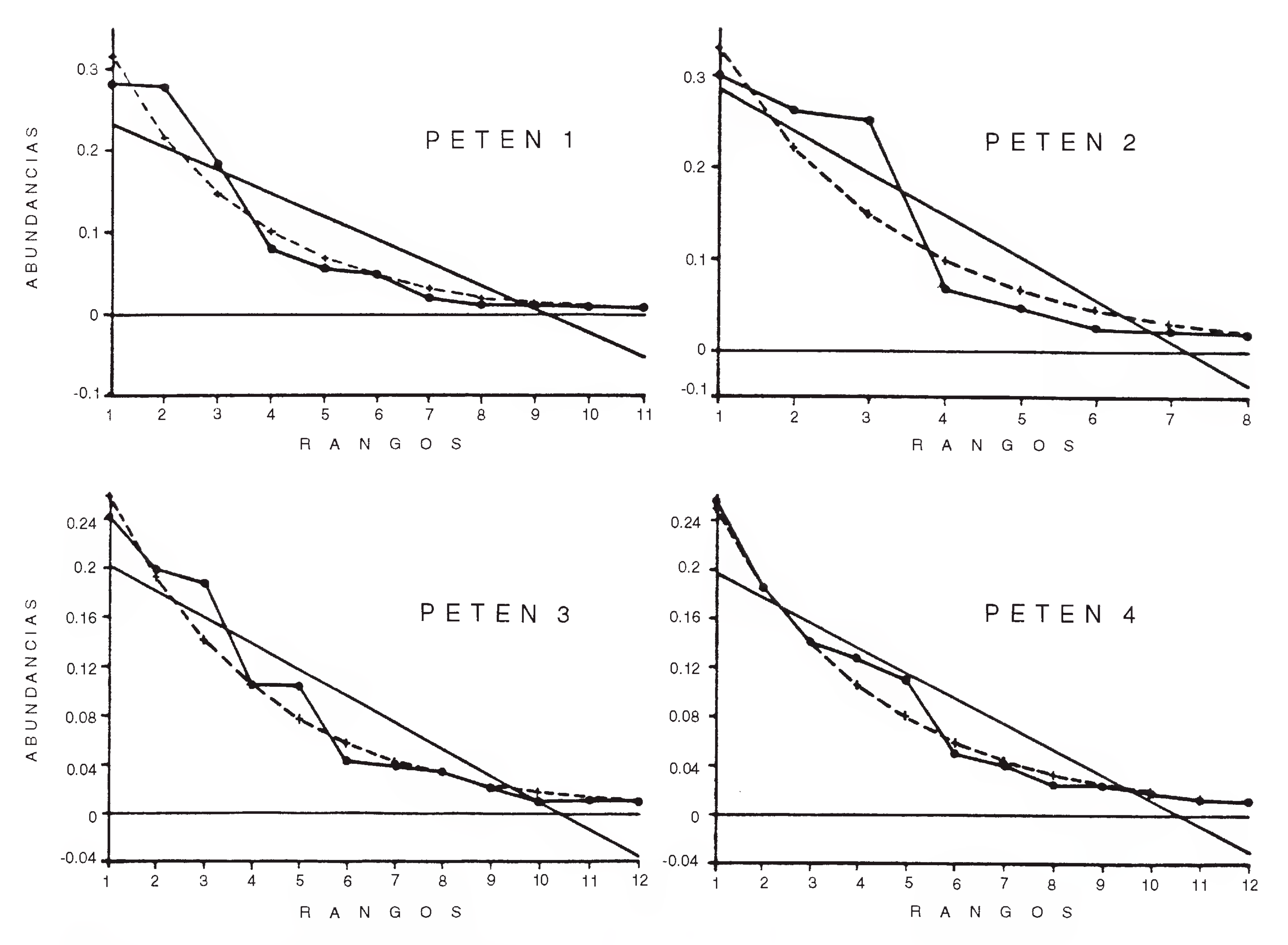


Fig. 3. Distribución de abundancias de las especies en los cuatro petenes estudiados y los modelos ajustados a éstos. Datos reales según el VIR (•——•); Modelo de Motomura (---); Modelo lineal (—).

Cuadro 3. Comparación entre los modelos empleados.

Petén	Modelo de Motomura	Modelo lineal	Cociente F(1)/F(m)	
Petén 1	137.72	31.076	3.6612	*
Petén 2	36.89	30.504	1.1751	N.S.
Petén 3	218.42	62.019	3.1716	*
Petén 4	421.20	59.851	6.1731	**

sea pequeño, en realidad son especies que siempre están presentes y posiblemente jueguen un papel importante.

En definitiva, el uso del método de Hill (1973) hace que los índices mencionados sean más comprensibles, ya que se interpreta la diversidad en términos del número de especies que aparentemente están participando en la estructuración de la comunidad. Las expresiones logarítmicas que resultan de las fórmulas de Simpson y de Shannon-Wiener no son fáciles de interpretar.

En cuanto a los valores de importancia, parece claro que los resultados dependerán fuertemente del parámetro utilizado por cada autor y para ello debe considerarse el tipo de comunidad que se pretenda estudiar. Al parecer, la cobertura ha sido empleada con mucho éxito en los estudios de vegetación realizados en desiertos, sin embargo en las selvas no parece ser tan adecuada. En las comunidades en cuestión se presentan especies vegetales muy distintas en formas de crecimiento y tamaño, por lo cual la elección de uno u otro parámetro tiene que ser muy cuidadosa.

Es evidente que si comparamos una especie arbórea del dosel superior de la selva con una del sotobosque, mediante el parámetro densidad, encontraremos probablemente muchos individuos de la planta pequeña y muy pocos de la que alcanza el dosel, obteniendo que en la curva de distribución de abundancias la especie del sotobosque ocuparía un rango mayor que la del dosel. Resultados muy distintos se lograrían si comparáramos a estas especies con base en la cobertura, la biomasa o el área basal.

Sin duda, es difícil la elección objetiva del mejor parámetro como indicador de la dominancia, pero se puede aminorar el problema si se seleccionan especies de tamaños comparables, o bien, utilizando un índice que involucre tanto aspectos de biomasa y número de individuos, como la constancia con que se presenta cada componente de la comunidad.

En cuanto a la distribución de abundancias, las curvas que mejor se ajustan a los datos de campo corresponden al modelo de Motomura, el cual predice que la repartición del nicho dependerá en gran medida de la forma como se haya dado la colonización y que todas las especies tienen igual capacidad de apropiación de los recursos. Estas curvas se han ajustado con éxito a comunidades que se encuentran en procesos sucesionales (Bazzaz, 1975). Por su parte Whittaker (1972) encontró en bosques de pino, que sólo en las etapas más tempranas se presenta una dominancia suficientemente grande para que la distribución de abundancias se ajuste adecuadamente al modelo de Motomura.

Cuadro 4. Pruebas de Kolmogorov-Smirnov.

	Petén 1	Petén 2	Petén 3	Petén 4
Petén 1	----			
Petén 2	0.06573	----		
Petén 3	0.12303	0.186	----	
Petén 4	0.16483	0.23056	0.04456	----

Un modelo alternativo, con el cual frecuentemente se compara el anterior, es el de MacArthur, también denominado “de la vara partida” (citado en Pielou, 1975). Este predice una distribución más equitativa de las abundancias de las especies y una división aleatoria del nicho, como producto de su desigual capacidad para aprovechar los recursos existentes. Tal modelo parece ajustarse mejor a las comunidades donde se presume que la competencia es el factor que determina su estructura. Para los petenes estudiados, el modelo de MacArthur fue poco satisfactorio.

Los resultados parecen apoyar la idea de que los petenes son comunidades que se encuentran en distintas etapas sucesionales (Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982), aun cuando este tipo de sucesión esté determinado por la dinámica de emersión de la Península de Yucatán y por los consecuentes cambios en la humedad y la salinidad de cada isla. Así, parece ser que los petenes más distantes del mar tienden a ser más diversos y a presentar una dominancia menos marcada.

El uso de los modelos de diversidad-abundancia resulta ser un instrumento descriptivo, que brinda una imagen de cómo se da la repartición de los recursos en la comunidad, sin importar la identidad de las especies. Sin embargo, Pielou (1975) señala que el hecho de que un conjunto de datos se ajuste a determinado modelo, puede indicar tan sólo la gran variedad de formas que puede tomar una familia de curvas. Por lo tanto, sugiere como una mejor aproximación al entendimiento de los patrones de dominancia, comparar las curvas de distribución de abundancias de las distintas comunidades.

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se encontró que en ningún caso se registraron diferencias significativas, es decir, que todos los petenes presentan un patrón de dominancia semejante, lo que concuerda con lo expresado por Peet (1974) acerca del comportamiento paralelo de los índices de diversidad en comunidades que manifiestan patrones de dominancia similares.

Por último, es importante señalar que aun cuando el uso de estas herramientas estadísticas nos permite comparar las comunidades en lo relativo a la abundancia de las especies y la forma como se distribuyen los recursos, es necesario tener cuidado en la elección de los modelos a utilizar, de los parámetros que se pretenden estudiar y de las conclusiones que se pueden derivar.

Los modelos de Motomura y MacArthur sólo son simplificaciones de un fenómeno multivariado de apropiación de los recursos por las distintas especies, por lo que deben considerarse únicamente como herramientas exploratorias.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi más sincero agradecimiento al Dr. Exequiel Ezcurra y a los Bióls. Oscar Briones y Hugo Riemman, por los valiosos consejos y las fuertes críticas que me hicieron durante la preparación del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Barrera, A. 1982. Los petenes del noroeste de Campeche. Su exploración ecológica en perspectiva. Biótica 7(2): 163-169.

Bazzaz, F. A. 1975. Plant species diversity in oldfield successional ecosystems in southern Illinois. Ecology 56: 485-488.

Curtis, J. T. 1959. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. Univ. of Wisconsin Press. Madison. 657 pp.

Durán, R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche. Biótica 12(3): 181-192.

Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54: 427-432.

Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2a. ed. Harper & Row Latinoamericana. México, D.F. pp. 495-536.

Olmsted, I., A. López-Ornat y R. Durán. 1983. Vegetación de Sian Ka'an: Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biósfera. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Cancún, Quintana Roo. pp. 63-84.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 285-307.

Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. Wiley. Nueva York. 165 pp.

Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México. Los Petenes. Biótica 7(2): 171-190.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21: 213-251.

Esta revista aparece gracias
al apoyo económico otorgado por
el Consejo Nacional de Ciencia
y Tecnología, México.

Toda correspondencia referente a
suscripción, adquisición de
números o canje, debe dirigirse a:

ACTA BOTANICA MEXICANA

Instituto de Ecología
Centro Regional del Bajío
Apartado Postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán
México

Suscripción anual:

México N$ 25.00
Extranjero $ 15.00 U.S.D.